



# UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

Autor/es

GONZALO OCÓN LÓPEZ

Director/es

MARÍA ÁNGELES MARTÍNEZ CALVO y RUBÉN LOSTADO LORZA

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2019-20



***Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza***, de GONZALO OCÓN LÓPEZ

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2020

© Universidad de La Rioja, 2020

[publicaciones.unirioja.es](http://publicaciones.unirioja.es)

E-mail: [publicaciones@unirioja.es](mailto:publicaciones@unirioja.es)



**UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Mecánica

**CURSO:** 2019-2020

**CONVOCATORIA:** SEPTIEMBRE

**TÍTULO:**

**Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una  
vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza**

**ESTUDIANTE:** Gonzalo Ocón López

**TUTORES/AS:** María Ángeles Martínez Calvo  
Rubén Lostado Lorza

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Mecánica







## RESUMEN

El presente proyecto trata de diseñar la instalación de tejas solares para abastecer de energía al sistema de calefacción y ACS de una vivienda unifamiliar. La vivienda unifamiliar sobre la que se realiza el proyecto se encuentra situada en la localidad de Murillo de Río Leza (La Rioja), a escasos 15 km de la capital de provincia (Logroño). Dada su ubicación se encuentra en un clima D2 según el CTE, conociendo su zona climática, emplazamiento y orientación, se procederá a realizar los cálculos pertinentes para realizar el presente proyecto.

En España se está dando un fuerte crecimiento del uso de las energías renovables con el objetivo de llegar a una edificación sostenible, en este aspecto, se están utilizando en muchos hogares del país placas solares con el objetivo de ser más responsables con el medio ambiente y ahorrar energía. Estas placas solares nos permiten obtener la potencia necesaria para cubrir la demanda energética de nuestro hogar.

Con el fin de no romper la estética de nuestra vivienda colocando un gran número de placas solares en la cubierta, aparecen las denominadas “tejas solares”, las que, además de cumplir con la labor de las placas solares, mejoran la estética de la vivienda ya que su diseño se asemeja en gran medida al de una teja normal. Otra ventaja de las tejas solares es que aportan aislamiento al tejado evitando posibles fugas y además su colocación es sencilla sin modificar la superficie donde se colocan.

La desventaja principal sobre los paneles solares es que la inversión inicial ha de ser superior debido al elevado coste de las tejas solares. Otra desventaja es que las tejas solares proporcionan menos potencia que las placas solares. Además, las tejas solares tienen una orientación e inclinación respecto al sol fija, lo que significa que no puedes jugar con la inclinación de las células fotovoltaicas para mejorar la captación de energía solar.

Todavía no hay demasiada información sobre este sistema de captación solar, lo que conlleva una mayor dificultad en la realización de este proyecto.

**Palabras clave:** Teja solar, energías renovables, CTE, edificación sostenible.



## ABSTRACT

This project tries to design the installation of solar tiles to supply energy to the heating and DHW system of a single-family home. The single-family house on which the project is carried out is located in the town of Murillo de Río Leza (La Rioja), just 15 km from the provincial capital (Logroño). Given its location, it is in a D2 climate according to the CTE, knowing its climate zone, location and orientation, the pertinent calculations will be carried out to carry out this project.

In Spain there is a strong growth in the use of renewable energies with the aim of reaching a sustainable building, in this regard, solar panels are being used in many homes in the country with the aim of being more responsible with the environment and save energy. These solar panels allow us to obtain the necessary power to meet the energy demand of our home.

In order not to break the aesthetics of our home by placing a large number of solar panels on the roof, the so-called "solar tiles" appear, which, in addition to fulfilling the work of solar panels, improve the aesthetics of the home. Since its design closely resembles that of a normal tile. Another advantage of solar tiles is that they provide insulation to the roof avoiding possible leaks and also their placement is simple without modifying the surface where they are placed.

The main disadvantage over solar panels is that the initial investment has to be higher due to the high cost of solar tiles. Another disadvantage is that solar tiles provide less power than solar panels. Also, solar tiles have a fixed orientation and tilt relative to the sun, which means that you cannot play with the tilt of the photovoltaic cells to improve solar energy harvesting.

There is still not much information on this solar collection system, which makes it more difficult to carry out this project.

**Keywords:** Solar roof tile, renewable energies, CTE, sustainable building.



UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Índice General

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**



# Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza



## 1 Índice General

## 2 Memoria

### Contenido

0	INTRODUCCIÓN.....	5
1	OBJETO .....	6
2	ALCANCE.....	7
3	ANTECEDENTES .....	10
3.1	Desarrollo sostenible .....	10
3.2	Antecedentes de la vivienda .....	11
4	NORMAS Y REFERENCIAS .....	12
4.1	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	12
4.2	Programas de cálculo .....	12
4.3	Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del proyecto.....	12
4.3.1	Introducción.....	12
4.3.2	Control de recepción en obra .....	13
4.3.3	Control de calidad en la ejecución.....	13
4.3.4	Control de recepción de la obra terminada.....	13
4.4	Bibliografía .....	14
5	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....	15
6	REQUISITOS DE DISEÑO.....	16
6.1	Descripción del entorno .....	16
6.2	Descripción de la vivienda .....	16
6.3	Necesidades de la vivienda .....	17
6.3.1	Clasificación de espacios por planta .....	18
6.3.2	Necesidades de ACS .....	18
7	ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	20
7.1	Alternativas estudiadas .....	20
7.2	Ventajas y desventajas de cada una de ellas .....	20
7.3	Alternativa definitiva .....	21
8	RESULTADOS FINALES .....	23
8.1	Comprobación de transmitancias térmicas .....	23
8.2	Cargas térmicas de calefacción .....	24
8.2.1	Pérdidas por transmisión.....	24



8.2.2	Pérdidas por ventilación .....	24
8.2.3	Pérdidas totales.....	25
8.3	Cálculos ACS.....	25
8.4	Sistema de Calefacción .....	26
8.5	Sistema de aporte de calor .....	27
8.6	Tejas Solares .....	28
8.7	Conclusiones .....	28
9	PLANIFICACIÓN.....	29
10	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	30

### 3 Anexos

#### Contenido Anexo I: Cálculo de la demanda energética

##### 1 CÁLCULO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA 7

1.1	Cerramientos en contacto con el aire exterior.....	7
1.1.2	Cerramientos en contacto con otro edificio (Medianeras) .....	9
1.2	Cerramientos en contacto con el terreno .....	10
1.2.1	Suelos en contacto con el terreno .....	10
1.2.2	Muros en contacto con el terreno .....	11
1.3	Particiones interiores en contacto con espacios no habitables .....	13
1.3.1	Techo Sótano/Lonja .....	15
1.3.2	Suelo Primer Piso/Lonja .....	16
1.3.3	Muro Salón/Escaleras .....	16
1.3.4	Muro Baño 1/Escaleras .....	17
1.4	Huecos y Lucernarios .....	17
1.4.1	Puerta Primer Piso con escaleras .....	19
1.4.2	Ventana Primer Piso fachada principal (Salón) .....	19
1.4.3	Ventana Primer Piso fachada principal (Cocina) .....	19
1.4.4	Ventana Primer Piso fachada trasera (Baño 1) .....	19
1.4.5	Ventana Primer Piso fachada trasera (Dormitorio 1) .....	19
1.4.6	Ventana Segundo Piso fachada principal (Dormitorio 3) .....	19
1.4.7	Ventana Segundo Piso fachada principal (Dormitorio 4) .....	20
1.4.8	Ventana Segundo Piso fachada trasera (Baño 2) .....	20
1.4.9	Ventana Segundo Piso fachada trasera (Dormitorio 2) .....	20
1.5	Transmitancia de la energía solar de elementos semitransparentes	20
1.5.1	Transmitancia total de energía solar del hueco .....	20



1.5.2	Transmitancia total de energía solar del hueco con un dispositivo de sombra móvil.....	20
1.5.3	Transmitancia total media mensual de energía solar de huecos con dispositivos de sombra móvil.....	21
2	COMPROBACION DEL CUMPLIMIENTO DE LAS TRANSMITANCIAS TÉRMICAS MÁXIMAS.....	24
3	COMPROBACIÓN DE LIMITACIÓN DE CONDENSACIONES.....	25
3.1	Condiciones de cálculo .....	25
3.1.1	Condiciones exteriores .....	25
3.1.2	Condiciones interiores .....	25
3.2	Condensaciones superficiales .....	26
3.2.1	Cálculo del factor de temperatura de la superficie interior de un cerramiento .....	26
3.2.2	Comprobación del factor de temperatura .....	27
3.3	Condensaciones intersticiales.....	27
3.3.1	Fachada Principal.....	28
3.3.2	Fachada Trasera .....	28
3.3.3	Fachada lateral en contacto con el exterior.....	29
3.3.4	Comprobación de Condensaciones.....	30

## **Contenido Anexo II: Cálculo de cargas térmicas de calefacción**

1	CONDICIONES DE CÁLCULO .....	6
2	CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN .....	6
2.1	Cálculo de pérdidas por transmisión .....	7
2.2	Cálculo de pérdidas por ventilación .....	7
2.3	Sótano.....	8
2.3.1	Aseo .....	8
2.3.2	Paso .....	8
2.3.3	Trastero .....	9
2.3.4	Merendero .....	9
2.4	Primera Planta .....	10
2.4.1	Salón .....	10
2.4.2	Cocina .....	10
2.4.3	Distribuidor .....	11
2.4.4	Paso .....	11



2.4.5	Aseo .....	12
2.4.6	Lavadero .....	12
2.4.7	Baño 1 .....	13
2.4.8	Dormitorio 1 .....	14
2.5	Segunda Planta .....	14
2.5.1	Dormitorio 2 .....	14
2.5.2	Baño 2 .....	15
2.5.3	Distribuidor .....	15
2.5.4	Paso .....	16
2.5.5	Baño 3 .....	16
2.5.6	Dormitorio 3 .....	17
2.5.7	Escalera .....	17
2.5.8	Dormitorio 4 .....	18
2.6	Resumen Cargas de Calefacción .....	19

### **Contenido Anexo III: Instalación de ACS**

1	DATOS PREVIOS .....	5
2	CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ACS .....	5
3	CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA .....	6
4	CÁLCULO CAUDALES INSTANTÁNEO .....	7
4.1	Aparatos de la vivienda .....	7
4.1.1	Sótano .....	7
4.1.2	Primera Planta .....	7
4.1.3	Segunda Planta .....	7
4.2	Cálculo del caudal instantáneo .....	7
4.2.1	Sótano .....	8
4.2.2	Primera Planta .....	8
4.2.3	Segunda Planta .....	9
4.2.4	Total Vivienda .....	9





#### **Contenido Anexo IV: Suelo Radiante**

1	RESUMEN CARGAS TÉRMICAS .....	5
2	CONDICIONES INICIALES .....	5
3	DIMENSIONAMIENTO SUELO RADIANTE .....	5
4	FICHAS TÉCNICAS .....	8
4.1	Panel aislante ALB Acutec.....	9
4.2	Tubo Multicapa .....	10
4.3	Aditivo ALB .....	10
4.4	Junta de dilatación .....	11
4.5	Colector.....	11
4.6	Válvula de zona 2 vías .....	12

#### **Contenido Anexo V: Selección del sistema de aporte**

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	POTENCIA DE CALEFACCIÓN.....	5
3	NECESIDADES TÉRMICAS DE ACS .....	5
4	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AEROTERMIA.....	5
4.1	Componentes de la instalación .....	13
4.1.1	Válvula de 3 vías .....	13
4.1.2	Tubo Multicapa .....	13

#### **Contenido Anexo VI: Dimensionamiento tejas solares**

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	TEJAS SOLARES FOTOVOLTAICAS ESCOGIDAS .....	5
3	DATOS DE PARTIDA.....	7
4	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	7
4.1	Alternativa 1 .....	7
4.2	Alternativa 2 .....	13
5	FICHAS TÉCNICAS ELEMENTOS .....	16
5.1	Inversor .....	16
5.2	Interruptor automático magnetotérmico .....	18
5.3	Conectores multicontact.....	19
5.4	Conectores flexibles cuádruples MC4 multicontact 4 a 1 .....	20
5.5	Cableado.....	21



## **Contenido Anexo VII: Estudio básico de seguridad y salud**

1	CONSIDERACIONES PREVIAS .....	4
1.1	Introducción .....	4
1.2	Objeto .....	4
1.3	Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud .....	5
1.4	Descripción de la Obra.....	5
1.4.1	Características de la obra.....	5
1.4.2	Presupuesto de contrata .....	6
1.4.3	Plazo de ejecución .....	6
1.4.4	Personal en obra .....	6
1.5	Descripción del emplazamiento .....	6
1.6	Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria .....	7
1.7	Maquinaria de obra .....	7
1.8	Medios auxiliares .....	7
2	RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE .....	8
3	RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE .....	8
4	RIESGOS LABORALES ESPECIALES.....	11
5	PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS .....	12
6	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN OBRA.....	12

## **4 Planos**

- 1 PLANO 01: DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES SÓTANO
- 2 PLANO 02: DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES PLANTA BAJA
- 3 PLANO 03: DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES PRIMERA PLANTA
- 4 PLANO 04: DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES SEGUNDA PLANTA
- 5 PLANO 05: CUBIERTA
- 6 PLANO 06: FACHADA Y SECCIÓN LATERAL
- 7 PLANO 07: SUELO RADIANTE SÓTANO
- 8 PLANO 08: SUELO RADIANTE PRIMERA PLANTA
- 9 PLANO 09: SUELO RADIANTE SEGUNDA PLANTA
- 10 PLANO 10: COLOCACIÓN TEJAS SOLARES



## 5 Pliego de condiciones

### Contenido

1	CAPÍTULO PRELIMINAR: DISPOSICIONES GENERALES.....	7
1.1	Naturaleza y objeto del pliego general.....	7
1.2	Documentación del contrato de obra .....	7
2	CAPÍTULO I: CONDICIONES FACULTATIVAS.....	7
2.1	Epígrafe 1.º: Delimitación General de Funciones Técnicas .....	7
2.1.1	El Director de Obra.....	7
2.1.2	El Director Facultativo .....	8
2.1.3	El Constructor.....	8
2.1.4	El Coordinador de Gremios .....	9
2.2	Epígrafe 2.º: De las Obligaciones y Derechos Generales Del Constructor o Contratista .....	9
2.2.1	Verificación de los Documentos del Proyecto .....	9
2.2.2	Plan de Seguridad e Higiene.....	9
2.2.3	Oficina en la Obra .....	9
2.2.4	Representación del Contratista .....	10
2.2.5	Presencia del Constructor en la Obra.....	10
2.2.6	Trabajos no Estipulados Expresamente .....	10
2.2.7	Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos del Proyecto .....	11
2.2.8	Reclamaciones contra las Órdenes de la Dirección Facultativa .....	11
2.2.9	Recusación por el Contratista del Personal Nombrado por el Ingeniero .....	11
2.2.10	Faltas del Personal .....	11
2.3	Epígrafe 3.º: Prescripciones Generales Relativas a los Trabajos, a los Materiales y a los Medios Auxiliares .....	12
2.3.1	Comienzo de la Obra. Ritmo de Ejecución de los Trabajos .....	12
2.3.2	Orden de los Trabajos.....	12
2.3.3	Facilidades para otros Contratistas .....	12
2.3.4	Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor.....	12
2.3.5	Prórroga por Causa de Fuerza Mayor .....	12
2.3.6	Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra.....	13
2.3.7	Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos .....	13



2.3.8	Obras Ocultas .....	13
2.3.9	Trabajos Defectuosos.....	13
2.3.10	Procedencia de los Materiales y de los Aparatos.....	14
2.3.11	Presentación de Muestras.....	14
2.3.12	Materiales No Utilizables.....	14
2.3.13	Materiales y Aparatos Defectuosos.....	14
2.3.14	Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos .....	15
2.3.15	Limpieza de las Obras .....	15
2.3.16	Obras sin Prescripciones .....	15
2.4	Epígrafe 4.º: Recepciones de edificios y obras ajenas .....	15
2.4.1	Documentación Final de la Obra .....	15
2.4.2	Medición Definitiva de los Trabajos y Liquidación Provisional de la Obra.....	15
2.4.3	Plazo de Garantía .....	15
2.4.4	Conservación de las Obras Recibidas Provisionalmente .....	15
2.4.5	Recepción Definitiva.....	16
2.4.6	Prórroga del Plazo de Garantía.....	16
2.4.7	Recepciones de Trabajos Cuya Contrata Haya Sido Rescindida.....	16
3	CAPÍTULO II: CONDICIONES ECONÓMICAS .....	16
3.1	Epígrafe 1.º: Principio General.....	16
3.2	Epígrafe 2.º: Fianzas y Garantías .....	16
3.2.1	Fianza Provisional .....	17
3.2.2	Ejecución de Trabajos con Cargo a la Fianza .....	17
3.2.3	De Su Devolución en General .....	17
3.2.4	Devolución de la Fianza o Garantía en el Caso de Efectuarse Recepciones Parciales.....	17
3.3	Epígrafe 3.º: Precios .....	17
3.3.1	Composición de los Precios Unitarios .....	17
3.3.2	Precios de Contrata. Importe de Contrata .....	18
3.3.3	Precios Contradictorios .....	18
3.3.4	Reclamaciones de Aumento de Precios por Causas Diversas..	19
3.3.5	Formas Tradicionales de Medir o de Aplicar los Precios.....	19
3.3.6	De la Revisión de los Precios Contratados .....	19
3.3.7	Acopio de Materiales .....	19



3.4	Epígrafe 4.º: Valoración y Abono de los Trabajos.....	20
3.4.1	Formas Varias de Abono de las Obras.....	20
3.4.2	Relaciones Valoradas y Certificaciones .....	20
3.4.3	Mejoras de Obras Libremente Ejecutadas .....	21
3.4.4	Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada .....	21
3.4.5	Abono de Agotamientos, Ensayos y Otros Trabajos Especiales no Contratados.....	22
3.4.6	Pagos .....	22
3.4.7	Abono de Trabajos Ejecutados Durante el Plazo de Garantía ..	22
3.5	Epígrafe 6.º: Indemnizaciones Mutuas.....	23
3.5.1	Importe de la Indemnización por Retraso no Justificado en el Plazo de Terminación de las Obras .....	23
3.5.2	Demora de los Pagos .....	23
3.6	Epígrafe 7.º: Varios .....	23
3.6.1	Mejoras y Aumentos de Obra. Casos Contrarios .....	23
3.6.2	Unidades de Obra Defectuosas Pero Aceptables .....	24
3.6.3	Seguro de las Obras.....	24
3.6.4	Conservación de la Obra.....	25
3.6.5	Uso Por el Contratista de Edificio o Bienes del Propietario .....	25
4	CAPÍTULO III: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	25
4.1	Epígrafe 1.º: Condiciones Generales .....	25
4.1.1	Calidad de los materiales .....	26
4.1.2	Pruebas y Ensayos de Materiales .....	26
4.1.3	Materiales no Consignados en Proyecto .....	26
4.1.4	Condiciones Generales de Ejecución.....	26
4.2	Epígrafe 2.º: Condiciones Para la Ejecución de las Unidades de Obra.....	27
4.2.1	Calefacción y ACS .....	27
4.2.2	Suelos .....	33
5	CAPÍTULO IV: ANEXOS AL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	36
5.1	Epígrafe 1.º: Condiciones Térmicas en los Edificios NBE-CT-79.....	36
5.1.1	Condiciones Técnicas Exigibles a los Materiales Aislantes.....	36
5.1.2	Control, Recepción y Ensayos de los Materiales Aislantes .....	37
5.1.3	Ejecución.....	37
5.1.4	Obligaciones del Constructor .....	38



5.1.5	Obligaciones de la Dirección Facultativa.....	38
5.2	Epígrafe 2.º: Limitación de la demanda energética en los edificios DB-HE1.....	38
5.2.1	Condiciones Técnicas Exigibles a los Materiales Aislantes.....	38
5.2.2	Control de Recepción en Obra de Productos .....	38
5.2.3	Construcción y Ejecución .....	38
5.2.4	Control de la Ejecución de la Obra .....	38
5.2.5	Control de la Obra Terminada .....	39
6	CAPÍTULO V: NORMATIVA OFICIAL .....	39
6.1	Epígrafe Único: Normativa de Obligado Cumplimiento .....	39
6.2	Normativa Técnica Aplicable.....	39
6.2.1	Aislamiento .....	39
6.2.2	Calefacción y Agua Caliente Sanitaria .....	39
6.2.3	Condiciones de Habitabilidad .....	41
6.2.4	Control de Calidad.....	41
6.2.5	Proyectos .....	41
6.2.6	Seguridad e Higiene en el Trabajo.....	41

## 6 Mediciones y Presupuesto

### Contenido

1	MEDICIONES.....	4
1.1	Suelo Radiante .....	4
1.2	Sistema de Aerotermia.....	5
1.3	Instalación Solar .....	5
2	PRESUPUESTO .....	6
2.1	Cuadro de precios 1.....	6
2.2	Cuadro de precios 2.....	9
2.3	Cuadro de precios 3.....	10
2.4	Resumen de presupuesto general .....	14



UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Memoria

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**



# Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza





## Índice Memoria

0	INTRODUCCIÓN.....	7
1	OBJETO .....	8
2	ALCANCE.....	9
3	ANTECEDENTES .....	12
3.1	Desarrollo sostenible .....	12
3.2	Antecedentes de la vivienda .....	13
4	NORMAS Y REFERENCIAS .....	14
4.1	Disposiciones legales y normas aplicadas .....	14
4.2	Programas de cálculo .....	14
4.3	Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del proyecto.....	14
4.3.1	Introducción.....	14
4.3.2	Control de recepción en obra .....	15
4.3.3	Control de calidad en la ejecución.....	15
4.3.4	Control de recepción de la obra terminada.....	15
4.4	Bibliografía .....	16
5	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....	17
6	REQUISITOS DE DISEÑO.....	18
6.1	Descripción del entorno .....	18
6.2	Descripción de la vivienda .....	18
6.3	Necesidades de la vivienda .....	19
6.3.1	Clasificación de espacios por planta .....	20
6.3.2	Necesidades de ACS .....	20
7	ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	22
7.1	Alternativas estudiadas .....	22
7.2	Ventajas y desventajas de cada una de ellas .....	22
7.3	Alternativa definitiva .....	23
8	RESULTADOS FINALES .....	25
8.1	Comprobación de transmitancias térmicas .....	25
8.2	Cargas térmicas de calefacción .....	26
8.2.1	Pérdidas por transmisión.....	26
8.2.2	Pérdidas por ventilación .....	26



# Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

8.2.3	Pérdidas totales.....	27
8.3	Cálculos ACS.....	27
8.4	Sistema de Calefacción .....	28
8.5	Sistema de aporte de calor .....	29
8.6	Tejas Solares .....	30
8.7	Conclusiones .....	30
9	PLANIFICACIÓN.....	31
10	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS....	32



## Índice Tablas

Tabla 1 Zonas habitables sótano .....	20
Tabla 2 Zonas no habitables sótano .....	20
Tabla 3 Zonas no habitables planta baja .....	20
Tabla 4 Zonas habitables primera planta .....	20
Tabla 5 Zonas no habitables primera planta .....	20
Tabla 6 Comprobación de transmitancias térmicas .....	25
Tabla 7 Resumen cargas de calefacción .....	27
Tabla 8 Demanda mensual ACS.....	28
Tabla 9 Demanda energética mensual de ACS .....	28
Tabla 10 Distribución suelo radiante .....	29

## Índice Ilustraciones

Ilustración 1 Plano parcela ubicación vivienda.....	9
Ilustración 2 Plano de Situación .....	10
Ilustración 3 Plano de emplazamiento .....	10
Ilustración 4 Entorno de la vivienda .....	18
Ilustración 5 Sistema de aerotermia.....	29
Ilustración 6 Diagrama de Gantt.....	31



# Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza



## 0 INTRODUCCIÓN

Cada vez se está avanzando más hacia una construcción sostenible y esto hace que elementos como las placas solares cobren cada vez más importancia en las nuevas viviendas.

La implantación de placas solares en los tejados de las viviendas supone un ahorro a largo tiempo, ya que el coste en electricidad se verá muy reducido gracias a la energía absorbida por dichas placas.

La principal desventaja de las placas solares es que, debido a su estructura y a los materiales que las constituyen, daña la estética de la vivienda.

En 2009 fue presentado el proyecto “Tejas Solares” en la Universidad de Minho, el cual fue considerado uno de los proyectos más innovadores en el área de energía solar a nivel mundial. Con estas tejas solares, además de captar la energía solar prácticamente al mismo nivel que los paneles solares, se consigue mejorar la estética de la vivienda ya que las tejas solares se incorporan directamente al tejado como si fueran tejas normales, sin necesidad de implantar estructuras auxiliares.

A partir de 2015, alguna de las empresas que ofrecen esta alternativa son CertainTeed, Forward Inc., SunTegra Solar Roof Systems, Atlantis Energy Systems.

En España, las empresas más importantes en la implantación de tejas solares son: Mascarell (Barcelona), Prodetec Ingenieros (Toledo), Todoensolar, Hybrid Stein Group (Madrid), I+d energía (Sevilla) y Rhonsol Ingeniería e Instalación (Madrid).

También está empezando a tener mucha importancia en este mercado la empresa Tesla, la cual ofrece tejas solares de varios estilos (pizarra, estilo toscano etc.) y que además está implantando una teja solar más resistente al granizo que las tejas tradicionales.

Al igual que los paneles solares tienen la desventaja de la estética, estas tejas solares tienen desventajas con respecto a los paneles.

La principal desventaja es el coste de la instalación, ya que es bastante superior al coste de las placas solares. Para este aspecto hay que tener en cuenta que las tejas solares actúan a su vez como tejado, por lo que al coste de la instalación habría que restarle el coste de la colocación de las tejas tradicionales.

Otra desventaja es que, debido a que van instaladas en el propio tejado, no se puede jugar con la orientación de las tejas para conseguir una mayor captación de energía.

En conclusión, las tejas solares han revolucionado el mercado de energías renovables a nivel particular y son una excelente solución para viviendas de nueva construcción.



## 1 OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto diseñar la instalación de tejas solares para abastecer de calefacción y ACS a una vivienda unifamiliar situada en la localidad de Murillo de Río Leza (La Rioja) y estudiar la viabilidad de dicha instalación.

Además, el proyecto también pretende calcular la instalación de calefacción y ACS necesarias para satisfacer las necesidades de la vivienda, a dichas instalaciones se les suministrará la energía necesaria por medio de las tejas solares si su captación de energía es la suficiente.

Este proyecto tiene, además, otros objetivos secundarios:

- Realizar el estudio de cargas térmicas de la vivienda.
- Estudiar las necesidades de ACS de la vivienda.
- Obtener el mejor sistema de aporte de calor que satisfaga las necesidades de calefacción y ACS de la vivienda.
- Realizar los planos de la vivienda con el programa AutoCad.
- Realizar los planos de la instalación de suelo radiante.

En el presente proyecto no se realizará el dimensionamiento de la instalación de aire acondicionado para los meses de verano.

La realización del presente proyecto comienza a partir del estudio y comprensión de las teorías y cálculos publicados en el Código Técnico de la Edificación (CTE), además de los conocimientos adquiridos durante la carrera.

## 2 ALCANCE

El proyecto se desarrolla en Murillo de Río Leza, municipio de la comunidad autónoma de La Rioja (España), a día de hoy cuenta con unos 1.654 habitantes y se sitúa en la confluencia de los ríos Leza y Jubera, siendo el río Leza afluente del Ebro. Esta población se encuentra a 411 metros de altitud y su término municipal tiene una superficie de 46 kilómetros cuadrados.

La ubicación de la vivienda sobre la que se va a realizar el proyecto se encuentra en la zona central de la localidad, como se muestra en la siguiente ilustración. La parcela en la que se ubica la vivienda es la 14<sup>a</sup>, como se puede observar en la siguiente imagen obtenida de la web del catastro.

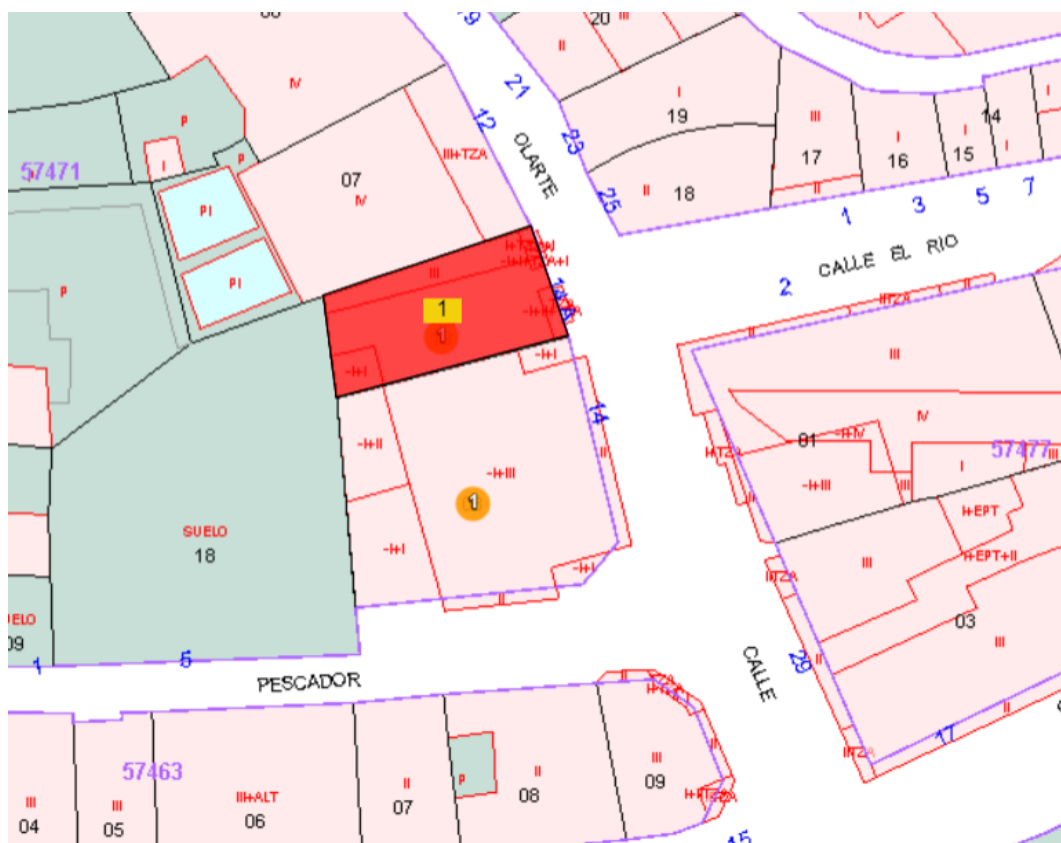


Ilustración 1 Plano parcela ubicación vivienda

En la siguiente ilustración se muestra una imagen obtenida del Google Earth Pro, en la que se puede observar la ubicación de la vivienda en el entorno de la localidad.





*Ilustración 2 Plano de Situación*

A continuación, se puede observar la ilustración que muestra el emplazamiento de la vivienda de forma más específica pudiendo observar con mayor claridad su entorno más cercano.



*Ilustración 3 Plano de emplazamiento*





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

Las coordenadas de la vivienda unifamiliar sobre la que se va a realizar el proyecto son las siguientes:

Coordenadas UTM:

X UTM: 555632,86

Y UTM: 4694528,94

HUSO: 30



### **3 ANTECEDENTES**

#### **3.1 Desarrollo sostenible**

A principios de los años setenta comienzan a hacerse notables las consecuencias ambientales de la llamada Sociedad Industrial, es por esto que empiezan a plantearse reflexiones sobre el medio ambiente y los recursos disponibles. En los años ochenta aparece el concepto de “Desarrollo sostenible”, el cual se convertiría más tarde en referente obligatorio en todas las políticas económicas. Desde entonces y sobre todo a lo largo del siglo actual, se han realizado grandes esfuerzos en todos los campos con experimentación en el aumento de la eficiencia energética en todos los niveles.

Dentro de este desarrollo sostenible, cabe destacar en gran medida la edificación sostenible. En los edificios, de una forma o de otra, discurren la mayor parte de las horas las personas. La construcción y la vida diaria de los edificios tienen unos efectos importantes en el medio ambiente y en las personas. Observando los siguientes indicadores ambientales queda clara la importancia de los edificios en el medio ambiente:

- La construcción urbana representa en torno al 60% de las extracciones de materia prima de la litosfera.
- Casi el 50% de las emisiones de CO<sub>2</sub> que se emiten a la atmósfera tiene relación directa con la construcción y el uso de los edificios.
- La construcción llega a generar alrededor de una tonelada de residuos por habitante y año que, a pesar de tener un gran potencial de reciclabilidad, va a parar a los vertederos.
- El consumo de agua en España asociado a la construcción representa el 12% del consumo total de agua. Sin embargo, en zonas altamente urbanizadas, el consumo de agua asociado a los edificios llega incluso a más del 60% del consumo total de agua.

Atendiendo a los indicadores ambientales anteriores, queda claro que las mejoras hacia una edificación sostenible son claves para el futuro de la sociedad moderna.

Dentro de la edificación sostenible, uno de los puntos clave es la energía solar. España es uno de los países de Europa con mayor cantidad de horas de sol, esto hace que la producción de energía solar sea particularmente atractiva en España.

El nacimiento de la energía fotovoltaica en el sistema eléctrico español se remonta a 1984, en ese año Iberdrola instaló en San Agustín de Guadalix la primera central fotovoltaica instalada a la red. En 1993 se unieron cuatro sistemas instalados por ATERSA en unas viviendas particulares de Pozuelo de Alarcón. Esto dio lugar a muchos proyectos que tenían el fin de demostrar que la energía fotovoltaica era el futuro. A finales de 1995, la potencia total sumaba 1,6 MW, sin embargo, esta tecnología permanecía en el ámbito de la investigación, sin que fuera regulada en el sistema eléctrico.



Con la publicación del RD 2818/1998 se establecieron primas por kWh inyectados a la red y con la publicación del RD 1663/2000 se establecieron condiciones técnicas y administrativas. A pesar de esto, en 2004 la fotovoltaica representaba aproximadamente un 6,5% del consumo de energía primaria. El objetivo impuesto era llegar para 2010 al menos al 12% del consumo de energía primaria mediante renovables.

En 2007 se fijaron unas primas y tarifas reguladas fijas, lo que hizo que las grandes instalaciones fotovoltaicas resultaran muy favorecidas, consiguiendo que en dos años se multiplicara por 27 la potencia instalada a finales de 2006.

Tras la salida de la crisis, la implantación de la energía fotovoltaica siguió creciendo, pero sufrió varios golpes legislativos, sobre todo cabe destacar el impuesto del 7% sobre la generación ordenado en 2013.

A pesar de estos frenos legales, esta energía continuó progresando gracias al abaratamiento y al progreso tecnológico de las placas solares.

El avance tecnológico de las placas solares llevó a la Universidad de Minho a presentar el proyecto “Tejas solares” en 2009. Estas tejas solares han ido avanzando en su desarrollo hasta ser en la actualidad una alternativa interesante (dependiendo de varios factores) dentro de los sistemas de captación solar del mercado.

Estos captadores son interesantes para aquellos a los que les preocupe en gran medida la integración paisajística, ya que, al contrario que las placas solares convencionales, estas tejas solares se adaptan perfectamente al paisaje dando la sensación de un tejado convencional.

Por otra parte, el precio de una instalación de tejas solares es ligeramente superior a su alternativa con placas solares. Esto, sumado a que la eficiencia de las tejas solares es aproximadamente un tercio menor que la de las placas, hacen que este sistema de captación solar no sea, de momento, la mejor alternativa si lo que quieres es conseguir una gran cantidad de energía.

### **3.2 Antecedentes de la vivienda**

Antes de la redacción del presente proyecto, la vivienda se encontraba construida totalmente excepto los sistemas de calefacción, ACS y captación solar por tejas solares.



## **4 NORMAS Y REFERENCIAS**

### **4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas**

- Norma UNE 157001:2014 para la redacción del proyecto.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (DB SE-AE)
- Documento Básico Ahorro de Energía (DB HE)
- Documento Básico Salubridad (DB HS)
- DA DB-HE/1 Documento de apoyo al Documento Básico DB-HE, Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.
- UNE 100-014-84: Climatización.
- IDAE: Guía Técnica Condiciones climáticas exteriores del proyecto.
- IDAE: Guía Técnica Agua Caliente Sanitaria Central.

### **4.2 Programas de cálculo**

- AutoCAD
- Software para el cálculo de sistemas de climatización radiante según la norma UNE EN 1264, facilitado por la empresa ALB Sistemas
- PVsyst 7.0

### **4.3 Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del proyecto**

#### **4.3.1 Introducción**

Las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluyendo sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad vienen definidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Para comprobar el cumplimiento de las exigencias básicas exigidas por el CTE se deben realizar una serie de controles: el control de recepción en obra de los productos, el control de ejecución de la obra y el control de la obra terminada.

Se prescribe el Plan de Gestión de la calidad como anexo al presente proyecto con el objetivo principal de asegurar el cumplimiento de lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, aprobado en el RD 314/2006.

Durante la construcción de las obras, el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los siguientes controles:

- El control de recepción en obra de los productos
- El control de ejecución de la obra
- El control de la obra terminada

Para realizar estos controles correctamente:

- 1) El director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme a lo establecido en el proyecto, sus anexos y sus modificaciones.



- 2) El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- 3) La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autoriza el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.

#### 4.3.2 Control de recepción en obra

El control de recepción en obra tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el apartado del Pliego de condiciones del proyecto correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales.

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente. Este control se realizará sobre los productos recibidos a pie de obra, sometiéndose a criterios de aceptación o rechazo y adaptándose las decisiones determinadas en el Plan de Calidad.

El Director de Ejecución de la Obra dará instrucciones al Constructor para que aporte los certificados de calidad y el marcado CE de los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

#### 4.3.3 Control de calidad en la ejecución

En el apartado del Pliego del proyecto, correspondiente a las Prescripciones sobre la ejecución por unidad de obra, se enumeran las fases de la ejecución de cada unidad de obra.

Como los productos a partir de los cuales se ejecutan las unidades de obra ya han pasado su control de calidad propio, la calidad de los componentes de la unidad de obra queda acreditada. Sin embargo, la calidad de cada una de las partes no garantiza la calidad del producto final.

El Director de la Ejecución de la Obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el Pliego de condiciones del proyecto, además de la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE.

#### 4.3.4 Control de recepción de la obra terminada

En el apartado del Pliego de condiciones del proyecto correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado se establecen las comprobaciones y pruebas de servicio a realizar por la empresa constructora,



para comprobar que las prestaciones finales del edificio cumplen con lo exigido en el proyecto.

Se realizarán las pruebas finales de servicio prescritas por la legislación aplicable, las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto así como las que pudiera ordenar la Dirección Facultativa durante el transcurso de la obra.

#### 4.4 Bibliografía

- Arquitectura Eficiente. Características térmicas de los materiales. Recuperado de:  
<https://pedrojhernandez.com/2014/04/09/caracteristicas-termicas-de-los-materiales/>
- CTE Web. Prontuario de soluciones constructivas. Recuperado de:  
<http://cte-web.iccl.es/materiales.php?a=11>
- Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Soluciones de Aislamiento con Vidrios y Cerramientos. Recuperado de:  
[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_GUIA\\_TECNICA\\_Vidrios\\_y\\_cerramiento\\_v05\\_2dfc482b.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_GUIA_TECNICA_Vidrios_y_cerramiento_v05_2dfc482b.pdf)
- Fundación Fidas, Departamento de Normativa y Tecnología (2006). Tablas de Propiedades Higrométricas Para el Cálculo de Parámetros Característicos según el CTE DB HE-1. Recuperado de:  
[http://www.coacyle.com/descargas/cat\\_coacyle\\_1255684209.pdf](http://www.coacyle.com/descargas/cat_coacyle_1255684209.pdf)
- EU Science Hub. Photovoltaic Geographical Information System. Recuperado de:  
<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- González, A. (2019-2020). Apuntes de la asignatura Proyectos. Logroño: Universidad de La Rioja.
- Hitachi. Aire Acondicionado y Aerotermia. Recuperado de:  
<https://www.hitachiaircon.es/>
- WccSolar. Kits Solares. Recuperado de:  
<https://www.wccsolar.net/>
- ALB Sistemas. Catálogo de Productos y Tarifas. Recuperado de:  
<https://www.alb.es/>
- Sede Electrónica del Catastro. Recuperado de:  
<https://www.sedecatastro.gob.es/>



## **5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

En este capítulo se describen todas las definiciones y abreviaturas utilizadas a lo largo del proyecto.

- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- DB-HE: Documento Básico Ahorro de Energía.
- DB-HS: Documento Básico Salubridad.
- UNE-EN: Una Norma Española- European Norm.
- ACS: Agua caliente sanitaria.
- IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- OMS: Organización Mundial de la Salud.

## 6 REQUISITOS DE DISEÑO

En este apartado de la memoria se van a especificar las bases y datos de partida para la realización del presente proyecto.

### 6.1 Descripción del entorno

La vivienda se encuentra en suelo urbano en el municipio de Murillo de Río Leza (La Rioja).



*Ilustración 4 Entorno de la vivienda*

Está situada en una zona muy céntrica de la localidad y tiene dos edificios colindantes que tienen prácticamente la misma altura. La fachada trasera da a una zona sin edificar y la fachada principal da a la calle Pío Díaz Olarte.

Tanto los servicios deportivos de la localidad como el centro de salud de esta se encuentran a medio kilómetro de la vivienda del proyecto. Cabe destacar que el centro de salud de Murillo de Río Leza es un centro de salud importante ya que atiende las urgencias de otros pueblos limítrofes como Ventas Blancas, Galilea, etc.

### 6.2 Descripción de la vivienda

La planta de la vivienda tiene forma trapezoidal de 7,39 m de anchura, la fachada más al sur tiene 14,75 m de largo y la fachada situada más al norte tiene 13,93 m de largo. Además, la vivienda tiene en su cumbre 10,94 m de altura y en la cornisa 9,62 m de altura.

La vivienda se distribuye en tres plantas (garaje, primera planta y segunda planta) más un sótano subterráneo.





El sótano cuenta con un merendero de 53,52 m<sup>2</sup> en el que se incluye la cocina, además cuenta con un aseo y un cuarto de calderas. El sótano se considera zona habitable y está calefactada.

El garaje tiene 66,86 m<sup>2</sup>, pero, además, esta zona a la altura del suelo cuenta con el portal de entrada a las escaleras que dan al primer piso. Es una zona no habitable y no está calefactada.

La primera planta tiene una superficie útil de 81,32 m<sup>2</sup>, está distribuida de la siguiente forma:

- Salón: 22,51 m<sup>2</sup>
- Cocina: 11,64 m<sup>2</sup>
- Escalera: 5,53 m<sup>2</sup>
- Distribuidor: 5,32 m<sup>2</sup>
- Paso: 2,31 m<sup>2</sup>
- Aseo: 2,22 m<sup>2</sup>
- Lavadero: 2,52 m<sup>2</sup>
- Baño 1: 5,45 m<sup>2</sup>
- Dormitorio 1: 18,32 m<sup>2</sup>
- Terraza delantera: 1,48 m<sup>2</sup>
- Terraza trasera: 4,02 m<sup>2</sup>

La segunda planta tiene una superficie útil de 77,28 m<sup>2</sup>, está distribuida de la siguiente forma:

- Dormitorio 2: 18,32 m<sup>2</sup>
- Baño 2: 5,42 m<sup>2</sup>
- Escalera: 5,50 m<sup>2</sup>
- Distribuidor: 5,48 m<sup>2</sup>
- Paso: 2,31 m<sup>2</sup>
- Baño 3: 4,77 m<sup>2</sup>
- Dormitorio 3: 18,28 m<sup>2</sup>
- Dormitorio 4: 15,02 m<sup>2</sup>
- Terraza: 2,18 m<sup>2</sup>

La vivienda cuenta también con una cubierta a dos aguas y con una inclinación de 11° respecto a la horizontal.

### 6.3 Necesidades de la vivienda

El presente proyecto trata de estudiar las necesidades de la vivienda en cuanto a calefacción y agua caliente sanitaria, para poder escoger un sistema de aporte de calor que satisfaga esas necesidades y así poder realizar el estudio de tejas solares que abastezcan de energía al sistema de aporte de calor. Por ello, en primer lugar, se deberá realizar la clasificación de los espacios de cada planta.



### 6.3.1 Clasificación de espacios por planta

#### 6.3.1.1 Sótano

Zonas Habitables			
Merendero 53,52 m <sup>2</sup>	Aseo 2,87 m <sup>2</sup>	Paso 1,72 m <sup>2</sup>	Total: 58,11 m <sup>2</sup>

Tabla 1 Zonas habitables sótano

Zonas No Habitables
Cuarto caldera 4,22 m <sup>2</sup>

Tabla 2 Zonas no habitables sótano

#### 6.3.1.2 Planta Baja

En la planta baja no hay ninguna zona habitable.

Zonas No Habitables				
Lonja 66,86 m <sup>2</sup>	Escalera 6,54 m <sup>2</sup>	Portal 11,68 m <sup>2</sup>	Porche 3,89 m <sup>2</sup>	Total: 88,97 m <sup>2</sup>

Tabla 3 Zonas no habitables planta baja

#### 6.3.1.3 Primera Planta

Zonas Habitables							
Salón 22,51 m <sup>2</sup>	Cocina 11,64 m <sup>2</sup>	Distrib. 5,32 m <sup>2</sup>	Paso 2,31 m <sup>2</sup>	Aseo 2,22 m <sup>2</sup>	Baño 1 5,45 m <sup>2</sup>	Dorm.1 18,32 m <sup>2</sup>	Total: 67,77 m <sup>2</sup>

Tabla 4 Zonas habitables primera planta

Zonas No Habitables				
Escalera 5,53 m <sup>2</sup>	Lavadero 2,52 m <sup>2</sup>	Terraza 4,02 m <sup>2</sup>	Terraza 1,48 m <sup>2</sup>	Total: 13,55 m <sup>2</sup>

Tabla 5 Zonas no habitables primera planta

#### 6.3.1.4 Segunda Planta

En esta planta son todas las zonas habitables (75,1 m<sup>2</sup> en total) excepto la terraza de la fachada principal que tiene 2,18 m<sup>2</sup>.

### 6.3.2 Necesidades de ACS

Las necesidades de ACS de la vivienda han sido estudiadas con más detalle en el "Anexo 3: Instalación de ACS". A continuación, se hace un breve resumen por planta de los aparatos que necesitan suministro de agua caliente sanitaria.

#### 6.3.2.1 Sótano

El aseo del sótano cuenta con un lavamanos y un inodoro con cisterna. El inodoro no necesita de suministro de ACS.

El merendero cuenta con un fregadero, un lavavajillas doméstico y una lavadora doméstica.

#### 6.3.2.2 Planta Baja

En la planta baja no hay ningún aparato que requiera de suministro de agua caliente sanitaria.



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 6.3.2.3 Primera Planta

El baño 1 de la primera planta cuenta con un inodoro con cisterna (no necesita suministro de ACS), una bañera de 1,40 m y un lavamanos.

El aseo de esta planta cuenta con un lavamanos y un inodoro con cisterna.

La cocina cuenta con lavavajillas doméstico, fregadero doméstico y una lavadora doméstica.

### 6.3.2.4 Segunda Planta

Tanto el baño 2 como el baño 3 cuentan con una ducha, un lavamanos y un inodoro con cisterna.



## **7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES**

### **7.1 Alternativas estudiadas**

Para llegar al proyecto actual se han estudiado diferentes alternativas en cuanto al tipo de tejas solares que se van a utilizar, sistema de calefacción, sistema de ACS etc.

En primer lugar, se debe seleccionar el sistema de aporte de calor que suministrará la potencia necesaria tanto al sistema de calefacción como al sistema de ACS. En este caso se ha escogido un sistema de aerotermia, ya que son sistemas muy avanzados en los que el consumo eléctrico es muy reducido.

Una vez escogido este sistema de aerotermia se debe elegir entre tejas solares fotovoltaicas, térmicas o híbridas. Las primeras son capaces de generar exclusivamente electricidad, las tejas solares térmicas producen calefacción y ACS y, por último, las híbridas son capaces de producir tanto electricidad como calefacción. Como el sistema al que van a abastecer de energía solo consume electricidad, las tejas escogidas son tejas fotovoltaicas.

A continuación, se procede a escoger como va a ser el sistema completo de captación de energía solar. En este sentido, y debido a que hay que tener un sistema de sustento para ocasiones en las que la energía aportada por las tejas solares no sea la suficiente para abastecer todo el consumo, se han barajado dos alternativas:

- La primera alternativa se trata de instalar las tejas solares necesarias para aprovechar al máximo la luz solar que incide sobre la cubierta de la vivienda y, como sustento, contratar un sistema de electricidad con cualquier empresa suministradora para no quedarse sin abastecimiento en momentos en los que la energía solar no es suficiente.
- La segunda alternativa contemplada fue la instalación de las tejas solares necesarias para aprovechar al máximo la radiación solar que incide sobre la cubierta y, a su vez, instalar un sistema de baterías con la suficiente capacidad como para que, una vez cargadas de energía en las épocas en las que la radiación solar es mayor, sean capaces de suministrar energía al edificio en las épocas del año en las que la energía captada por las tejas solares no es suficiente.

### **7.2 Ventajas y desventajas de cada una de ellas**

A la hora de realizar la primera elección en la que se tiene que decidir si utilizar tejas solares fotovoltaicas, térmicas o mixtas, las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos no son muy significativas. Se ha decantado por escoger las fotovoltaicas por el mayor uso que tienen en la actualidad estas tejas y porque, a la hora de realizar la instalación de calefacción y ACS con tejas solares tanto térmicas como híbridas, iba a ser necesario casi con total seguridad tener apoyo de una caldera externa de gas, lo que encarecería la instalación y los gastos por consumo en los años venideros.



Una vez elegidas las tejas solares fotovoltaicas, las ventajas y desventajas del sistema completo de captación de energía son las siguientes:

- La primera opción (Contrato de luz + tejas solares), tendría como principal ventaja la simplicidad de la instalación por no tener que instalar baterías. Como desventaja tendría que, aunque la inversión inicial sería algo más barata que en las otras opciones, el gasto por consumo en los años de utilización del sistema sería mucho más elevado que en las otras alternativas.
- La segunda opción (tejas solares + sistema de baterías múltiples), tendría como principal ventaja que el gasto por consumo en los años en los que el sistema se encuentre en funcionamiento sería nulo. Pero, en este caso, la desventaja es muy significativa con respecto a los otros dos, ya que el sistema de baterías múltiples necesario para abastecer completamente el consumo de la vivienda debería de ser extremadamente grande, lo que supone una inversión inicial muy elevada a la que sería muy difícil sacarle rentabilidad en los años futuros.

### 7.3 Alternativa definitiva

Una vez vistas y estudiadas de forma teórica las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas mencionadas, y una vez realizados los cálculos de ambas alternativas, la alternativa escogida para abastecer la vivienda unifamiliar de calefacción y ACS es la siguiente.

Se ha escogido la primera alternativa mencionada (Contrato de luz + tejas solares), es decir, se va a implantar en la cubierta de la vivienda un sistema de 34,5 m<sup>2</sup> de tejas solares y, a su vez, la vivienda contará con suministro de la red eléctrica para los momentos en los que la energía captada por las tejas solares no sea suficiente para abastecer de electricidad al sistema de aerotermia. El sistema de tejas solares escogidas es el sistema Techtile Smart del fabricante Invent. Las especificaciones técnicas de este sistema se encuentran detalladas en el “Anexo 6: Dimensionamiento Tejas Solares”.

En cuanto a la instalación de calefacción y ACS, se va a utilizar un sistema de aerotermia en el que se utiliza una bomba de calor para suministrar la potencia necesaria tanto al sistema de calefacción como al de ACS. El sistema de aerotermia escogido cuenta con un acumular de agua caliente sanitaria, por lo que no se necesitará un acumulador externo para la instalación de ACS. El sistema de aerotermia escogido es el Yutaki S80 6 de Hitachi. Las especificaciones técnicas del sistema de aerotermia se encuentran en el “Anexo5: Selección del sistema de aporte”.

Para repartir la calefacción por toda la vivienda se utilizará el sistema de suelo radiante del fabricante ALB Sistemas. Se ha decidido usar este sistema por varias razones: permite aprovechar más el espacio de las estancias ya que no es necesario reservar huecos para radiadores, es más ecológico ya que calienta a una temperatura de entre 30 a 45° (lo que provoca un menor consumo



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

energético), el calor que suministra se distribuye de manera uniforme por toda la vivienda, puedes elegir en cualquier momento en que habitaciones encender el sistema y en cuales no y es el único sistema de calefacción recomendado por la OMS. Las especificaciones sobre el sistema de suelo radiante se encuentran en el “Anexo 4: Suelo Radiante”.

## 8 RESULTADOS FINALES

A continuación, se van a explicar los resultados obtenidos para cada instalación de la vivienda que haya sido dimensionada.

### 8.1 Comprobación de transmitancias térmicas

En este apartado se van a exponer las transmitancias térmicas calculadas para cada una de las partes de la vivienda y se van a comparar con las transmitancias térmicas límite que se estipulan en el CTE-DB-HE1, en concreto en la *Tabla 3.1.1.a- Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K].*

CERRAMIENTOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA		U (W/m <sup>2</sup> K)	
		Calculada	Límite
Muros y suelos en contacto con el exterior	Fachada principal	0,386	0,41
	Fachada trasera	0,339	
Cubierta en contacto con el exterior	Cubierta segunda planta	0,091	0,35
Muros en contacto con espacio no habitable o terreno	Fachadas laterales	0,419	0,65
	Muros del sótano	0,72	
	Muro salón con escalera	0,266	
	Muro baño 1 con escalera	0,239	
	Suelo del sótano	0,432	
	Suelo primer piso con lonja	0,394	
	Techo sótano con lonja	0,343	
Huecos y lucernarios	Ventana 1ª Piso Salón	2,78	1,8
	Ventana 1ª Piso Cocina	2,758	
	Ventana 1ª Piso Baño 1	2,763	
	Ventana 1ª Piso Dormitorio 1	2,767	
	Ventana 2ª Piso Dormitorio 3	2,802	
	Ventana 2ª Piso Dormitorio 4	2,743	
	Ventana 2ª Piso Baño 2	2,763	
	Ventana 2ª Piso Dormitorio 2	2,799	

*Tabla 6 Comprobación de transmitancias térmicas*

Como se puede observar en la tabla anterior, los únicos muros de la casa que excede la transmitancia límite impuesta por el CTE son los muros del sótano, pero sobrepasa este valor por muy poco por lo que el problema no es grave.

Se encuentra un problema más grave en las ventanas de la casa ya que exceden en gran medida el valor límite impuesto por el CTE. Estas ventanas fueron instaladas en la casa cuando estaba la versión antigua del CTE, y con esta nueva versión el valor límite para huecos y lucernarios a disminuido mucho con el fin de llegar a una edificación aún más sostenible. Como el estudio se



tiene que realizar sobre la vivienda tal y como está dispuesta en este momento, no se deben realizar cambios en las ventanas, aunque supongan mayores pérdidas.

## 8.2 Cargas térmicas de calefacción

En este apartado se va a mostrar de forma resumida como se han calculado las cargas térmicas de calefacción y cuales han sido los resultados obtenidos. Los cálculos realizados y los resultados obtenidos aparecen con mayor detalle en el “Anexo 2: Cálculo de cargas térmicas de calefacción”.

Las cargas térmicas de calefacción se calculan sumando las pérdidas producidas por transmisión de calor a las pérdidas producidas por ventilación:

$$Q_{Total} = Q_{Transmisión} + Q_{ventilación}$$

### 8.2.1 Pérdidas por transmisión

Las pérdidas por transmisión son debidas a la transmisión de calor de los cerramientos a los espacios no habitables o al exterior.

Estas pérdidas se calculan utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{Transmisión} = f_p \cdot f_o \cdot U \cdot S \cdot (T_i - T_e)$$

Donde:

- $f_p$  es el factor correspondiente a los puentes térmicos.
- $f_o$  es el factor en función de la orientación del cerramiento.
- $U$  es la transmitancia térmica del cerramiento ( $W/m^2K$ ).
- $S$  es la superficie del cerramiento ( $m^2$ ).
- $T_i$  es la temperatura interior de la vivienda en invierno ( $^{\circ}C$ ).
- $T_e$  es la temperatura del ambiente exterior en invierno ( $^{\circ}C$ ).

### 8.2.2 Pérdidas por ventilación

Las pérdidas por ventilación o infiltración de aire exterior se producen por la entrada de aire exterior en un local debido a la falta de estanqueidad de los cerramientos.

Estas pérdidas por ventilación se calculan a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{ventilación} = V \cdot N \cdot 0,34 \cdot (T_i - T_e)$$

Donde:

- $V$  es el volumen del espacio habitable ( $m^3$ ).
- $N$  es el número de renovaciones por hora (renovaciones/hora).
- $0,34$  es el calor específico del aire ( $W/m^3^{\circ}C$ ).
- $T_i$  es la temperatura interior de la vivienda en invierno ( $^{\circ}C$ ).
- $T_e$  es la temperatura del ambiente exterior en invierno ( $^{\circ}C$ ).





### 8.2.3 Pérdidas totales

Sumando las pérdidas por transmisión y las pérdidas por ventilación se obtienen las pérdidas totales de la vivienda, lo cual son las cargas térmicas de calefacción.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

RESUMEN CARGAS DE CALEFACCIÓN				
Planta	Estancia	Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
Sótano	Aseo	138,3911	86,0656	224,4567
	Paso	49,8083	37,8249	87,6331
	Merendero	1595,0482	1176,9690	2772,0173
	Trastero	171,9144	92,8029	264,7172
Primera Planta	Salón	482,5575	595,1284	1077,6859
	Cocina	396,4108	384,6787	781,0895
	Paso	21,8572	55,9833	77,8405
	Distribuidor	83,1227	0	83,1227
	Aseo	21,0056	73,3666	94,3721
	Lavadero	23,8442	61,0727	84,9169
	Dormitorio 1	481,6011	484,3515	965,9526
	Baño 1	206,1489	180,1116	386,2605
Segunda Planta	Dormitorio 2	269,2886	491,5271	760,8157
	Baño 2	130,3441	181,7738	312,1179
	Paso	5,0659	56,8127	61,8786
	Distribuidor	12,0178	0	12,0178
	Baño 3	10,4607	159,9744	170,4351
	Dormitorio 3	196,6558	490,4539	687,1097
	Escalera	32,9392	0	32,9392
	Dormitorio 4	305,4736	402,9878	708,4614
TOTAL				9645,8404

Tabla 7 Resumen cargas de calefacción

## 8.3 Cálculos ACS

A continuación, se va a realizar un breve resumen de los resultados obtenidos para la instalación de ACS. Para mayor detalle de los cálculos realizados y de los resultados obtenidos acudir al “Anexo 3: Instalación de ACS”.

Realizando los cálculos necesarios se ha obtenido la demanda en litros de agua caliente sanitaria para cada mes que se puede observar en la siguiente tabla:



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

Mes	Litros/persona	Personas	Litros/Día	Nº de Días	Consumo de agua (litros)
Enero	28	5	140	31	4340
Febrero	28	5	140	28	3920
Marzo	28	5	140	31	4340
Abril	28	5	140	30	4200
Mayo	28	5	140	31	4340
Junio	28	5	140	30	4200
Julio	28	5	140	31	4340
Agosto	28	5	140	31	4340
Septiembre	28	5	140	30	4200
Octubre	28	5	140	31	4340
Noviembre	28	5	140	30	4200
Diciembre	28	5	140	31	4340
Anual					51100

*Tabla 8 Demanda mensual ACS*

Además, la demanda energética de ACS para cada mes se puede observar en la siguiente tabla:

Mes	Litros Mensuales	$\rho$ [kg/l]	$C_p$ [kJ/kg°C]	Tuso [°C]	Tred [°C]	D [kJ/mes]	D [kWh/mes]
Enero	4340	1	4,18	60	7	961483,6	267,08
Febrero	3920	1	4,18	60	8	852051,2	236,68
Marzo	4340	1	4,18	60	10	907060	251,96
Abril	4200	1	4,18	60	11	860244	238,96
Mayo	4340	1	4,18	60	13	852636,4	236,84
Junio	4200	1	4,18	60	16	772464	214,57
Julio	4340	1	4,18	60	18	761930,4	211,65
Agosto	4340	1	4,18	60	18	761930,4	211,65
Septiembre	4200	1	4,18	60	16	772464	214,57
Octubre	4340	1	4,18	60	13	852636,4	236,84
Noviembre	4200	1	4,18	60	10	877800	243,83
Diciembre	4340	1	4,18	60	8	943342,4	262,04

*Tabla 9 Demanda energética mensual de ACS*

Realizando el cálculo de la potencia de ACS necesaria para la elección del sistema de aporte de calor, se ha obtenido una potencia de 16,28 kW.

### 8.4 Sistema de Calefacción

El sistema de calefacción escogido para distribuir el calor por toda la vivienda es un sistema de suelo radiante por varias ventajas comentadas en el apartado “Alternativa definitiva” de la presente memoria.

Los cálculos correspondientes a la instalación de suelo radiante se han realizado con un programa facilitado por el fabricante ALB Sistemas. A continuación, se muestra una tabla con los resultados de la distribución de los circuitos necesarios para cada estancia:

Estancia	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Superficie permanencia (m <sup>2</sup> )	Superficie marginal (m <sup>2</sup> )	Número circuitos	Colector	Paso tubos (mm)	Longitud circuitos (m)	Diámetro tubo (mm)
P2.DISTRIBUIDOR	7,79	7,79	-----	-----	local paso	-----	-----	-----
PS.MERENDERO	53,52	53,52	-----	7	C1	100	80,46	16
PS. ASEO-PASO	4,39	4,39	-----	1	C1	100	45,90	16
P1.SALON	22,51	22,51	-----	3	C2	100	77,03	16
P1.COCINA	11,64	11,64	-----	2	C2	100	62,20	16
P1.ASEO-DISTRIBUIDOR	8,50	8,50	-----	1	C2	100	85,00	16
P1.BAÑO 1	5,45	5,45	-----	1	C2	100	62,50	16
P1.DORMITORIO 1	18,32	18,32	-----	3	C2	100	65,07	16
P2.DORMITORIO 2	18,32	18,32	-----	3	C3	100	69,07	16
P2.BAÑO2	5,42	5,42	-----	1	C3	100	62,20	16
P2.BAÑO3	4,77	4,77	-----	1	C3	100	49,70	16
P2.DORMITORIO 3	18,28	18,28	-----	3	C3	100	64,93	16
P2.DORMITORIO 4	15,02	15,02	-----	2	C3	100	83,10	16

Tabla 10 Distribución suelo radiante

Para observar la distribución más detallada de los circuitos en las diferentes estancias ir al documento Planos.

Además, de los cálculos realizados se obtiene que el suelo radiante exige una demanda energética de 13,46 kW.

## 8.5 Sistema de aporte de calor

Con la demanda energética necesaria para los sistemas de ACS y calefacción explicada antes, se ha decidido escoger el siguiente sistema de aporte de calor por aerotermia.



Ilustración 5 Sistema de aerotermia



Para ver las características del sistema escogido acudir al “Anexo 5: Selección del sistema de aporte”.

## 8.6 Tejas Solares

Tras realizar el estudio de dos posibles alternativas se ha escogido la alternativa correspondiente a utilizar un espacio limitado de tejas solares en la cubierta y el resto de la energía necesaria contratarla a una empresa suministradora (conectada a la red).

Además, se ha escogido las tejas Techtile Smart 12 que producen 1kWp por cada 9 m<sup>2</sup>.

Los cálculos de las dos alternativas se han realizado con el programa PVsyst 7.0 y se encuentran detallados en el “Anexo 6: Dimensionamiento Tejas Solares”.

## 8.7 Conclusiones

En cuanto a la composición de los cerramientos de la vivienda, podrían mejorarse los muros del sótano añadiendo una capa más gruesa de material aislante y así conseguir que la transmitancia térmica cumpla con los límites impuestos por el CTE, lo que reduciría las pérdidas por transmisión. Aunque esta mejora no es muy relevante ya que el beneficio sería escaso.

Donde si puede realizarse una mejora notable es en las ventanas de la vivienda. Hoy en día, uno de los elementos más importantes de la vivienda a la hora de las pérdidas y por tanto a la hora de calefactarla son las ventanas. Estas ventanas podrían mejorarse notablemente cambiando por ejemplo el tipo de vidrio o el espacio de la cámara de aire entre ambas láminas de vidrio.

En cuanto a la instalación de tejas solares planteada, con los cálculos realizados obtenemos un ahorro de unos 500 euros anuales. Teniendo en cuenta que solo la instalación de las tejas y sus componentes ha supuesto una inversión de unos 9000 euros, se le sacaría rentabilidad a esta instalación en unos 18 años de funcionamiento. No es un ahorro muy grande el que se consigue y esto se debe a que tanto la inclinación de la cubierta como la orientación (azimut) de la vivienda son bastante malas en cuanto a captación solar se refiere. También hay que tener en cuenta que las tejas solares no proporcionan tanto rendimiento energético como las placas convencionales.



## 9 PLANIFICACIÓN

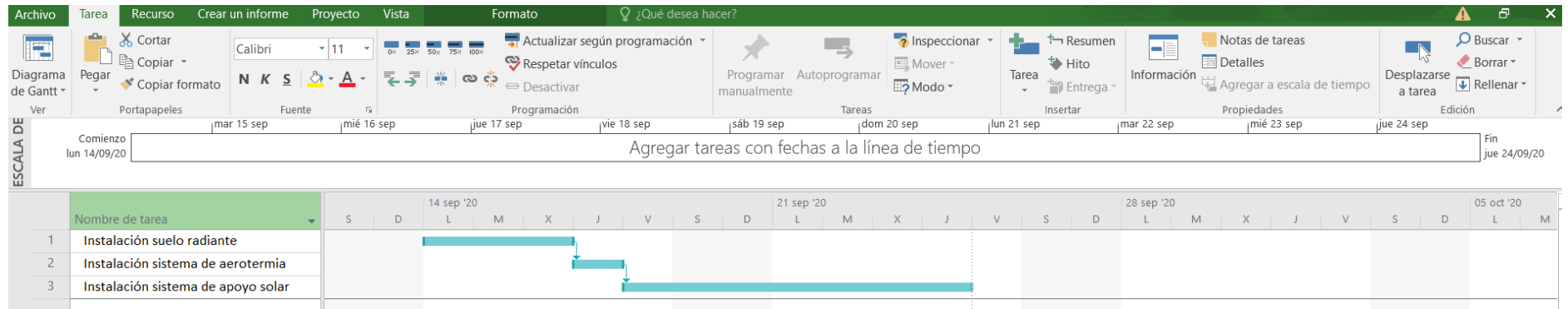


Ilustración 6 Diagrama de Gantt



## **10 ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS**

El orden de prioridad de los documentos básicos de este proyecto viene definido por la norma UNE 157001. En caso de discrepancia entre los distintos documentos principales (memoria, planos, pliego de condiciones y preupuesto), su información prevalecerá sobre el resto según el siguiente orden:

1. Planos
2. Pliego de Condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria



UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Anexo I: Cálculo de la Demanda Energética

*Grado en Ingeniería Mecánica*

Autor:

**Gonzalo Ocón López**







## Índice Anexo I

1 CÁLCULO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA .....	7
1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior.....	7
1.1.2 Cerramientos en contacto con otro edificio (Medianeras) .....	9
1.2 Cerramientos en contacto con el terreno .....	10
1.2.1 Suelos en contacto con el terreno .....	10
1.2.2 Muros en contacto con el terreno .....	11
1.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables .....	13
1.3.1 Techo Sótano/Lonja .....	15
1.3.2 Suelo Primer Piso/Lonja .....	16
1.3.3 Muro Salón/Escaleras .....	16
1.3.4 Muro Baño 1/Escaleras .....	17
1.4 Huecos y Lucernarios .....	17
1.4.1 Puerta Primer Piso con escaleras .....	19
1.4.2 Ventana Primer Piso fachada principal (Salón) .....	19
1.4.3 Ventana Primer Piso fachada principal (Cocina) .....	19
1.4.4 Ventana Primer Piso fachada trasera (Baño 1) .....	19
1.4.5 Ventana Primer Piso fachada trasera (Dormitorio 1) .....	19
1.4.6 Ventana Segundo Piso fachada principal (Dormitorio 3) .....	19
1.4.7 Ventana Segundo Piso fachada principal (Dormitorio 4) .....	20
1.4.8 Ventana Segundo Piso fachada trasera (Baño 2) .....	20
1.4.9 Ventana Segundo Piso fachada trasera (Dormitorio 2) .....	20
1.5 Transmitancia de la energía solar de elementos semitransparentes	20
1.5.1 Transmitancia total de energía solar del hueco .....	20
1.5.2 Transmitancia total de energía solar del hueco con un dispositivo de sombra móvil.....	20
1.5.3 Transmitancia total media mensual de energía solar de huecos con dispositivos de sombra móvil.....	21
2 COMPROBACION DEL CUMPLIMIENTO DE LAS TRANSMITANCIAS TÉRMICAS MÁXIMAS .....	24
3 COMPROBACIÓN DE LIMITACIÓN DE CONDENSACIONES .....	25
3.1 Condiciones de cálculo .....	25
3.1.1 Condiciones exteriores .....	25



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

3.1.2	Condiciones interiores .....	25
3.2	Condensaciones superficiales .....	26
3.2.1	Cálculo del factor de temperatura de la superficie interior de un cerramiento .....	26
3.2.2	Comprobación del factor de temperatura .....	27
3.3	Condensaciones intersticiales.....	27
3.3.1	Fachada Principal.....	28
3.3.2	Fachada Trasera .....	28
3.3.3	Fachada lateral en contacto con el exterior.....	29
3.3.4	Comprobación de Condensaciones .....	30



## Índice Ilustraciones

Ilustración 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior .....	7
Ilustración 2 Resistencias térmicas de cámaras de aire .....	8
Ilustración 3 Cálculos fachada principal .....	8
Ilustración 4 Cálculos fachada trasera .....	9
Ilustración 5 Cálculos techo segunda planta/cubierta .....	9
Ilustración 6 Cálculos fachadas laterales .....	9
Ilustración 7 Ejemplo solera enterrada .....	10
Ilustración 8 Transmitancias térmicas de soleras enterradas .....	11
Ilustración 9 Cálculos suelo sótano .....	11
Ilustración 10 Ejemplo muro enterrado .....	11
Ilustración 11 Transmitancias térmicas de muros enterrados .....	12
Ilustración 12 Cálculos muros del sótano .....	12
Ilustración 13 Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores .....	13
Ilustración 14 Coeficiente de reducción de temperatura b .....	14
Ilustración 15 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables .....	14
Ilustración 16 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior .....	15
Ilustración 17 Cálculos techo sótano/lonja .....	15
Ilustración 18 Cálculos suelo primer piso/lonja .....	16
Ilustración 19 Cálculos muro salón/escaleras .....	16
Ilustración 20 Cálculos muro baño 1/escaleras .....	17
Ilustración 21 Transmitancia térmica lineal de huecos .....	18
Ilustración 22 Cálculos puerta primer piso .....	19
Ilustración 23 Cálculos ventana salón primer piso .....	19
Ilustración 24 Cálculos ventana cocina primer piso .....	19
Ilustración 25 Cálculos ventana baño 1 primer piso .....	19
Ilustración 26 Cálculos ventana dormitorio 1 primer piso .....	19
Ilustración 27 Cálculos ventana dormitorio 3 segundo piso .....	19
Ilustración 28 Cálculos ventana dormitorio 4 segundo piso .....	20
Ilustración 29 Cálculos ventana baño 2 segundo piso .....	20
Ilustración 30 Cálculos ventana dormitorio 2 segundo piso .....	20
Ilustración 31 Transmitancia total de la energía solar .....	20
Ilustración 32 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil .....	21
Ilustración 33 Eficacia de la protección solar .....	21
Ilustración 34 Fracción de tiempo de activación de los dispositivos solares móviles .....	22
Ilustración 35 Resumen transmitancias térmicas .....	24
Ilustración 36 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo .....	26
Ilustración 37 Comprobación del factor de temperatura .....	27
Ilustración 38 Distribución de temperaturas fachada principal .....	28
Ilustración 39 Distribución de presiones de vapor de saturación fachada principal .....	28



Ilustración 40 Distribución de presiones de vapor fachada principal.....	28
Ilustración 41 Distribución de temperaturas fachada trasera .....	28
Ilustración 42 Distribución de presiones de vapor de saturación fachada trasera.....	29
Ilustración 43 Distribución de presiones de vapor fachada trasera .....	29
Ilustración 44 Distribución de temperaturas fachada lateral en contacto con exterior .....	29
Ilustración 45 Distribución de presiones de vapor de saturación fachada lateral en contacto con exterior .....	29
Ilustración 46 Distribución de presiones de vapor fachada lateral en contacto con exterior .....	30
Ilustración 47 Comprobación condensaciones fachada principal.....	30
Ilustración 48 Comprobación condensaciones fachada trasera .....	30
Ilustración 49 Comprobación condensaciones fachada lateral en contacto con exterior .....	30

## 1 CÁLCULO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

En este apartado se va a llevar a cabo el cálculo de los elementos de la envolvente térmica aplicando los procedimientos explicados en el *Apéndice E Cálculo de los parámetros característicos de la demanda del HE 1*.

### 1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior

Para realizar el cálculo de la transmitancia térmica  $U$  ( $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ) se utiliza la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Donde:

$R_T \rightarrow$  Resistencia térmica total del componente constructivo [ $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ]

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo:

$R_1, R_2, \dots, R_n$  las resistencias térmicas de cada capa [ $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ], las cuales vienen definidas por la siguiente expresión para capas térmicamente homogéneas:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Donde:

$e$  el espesor de la capa [m]

$\lambda$  conductividad térmica del material que compone la capa.

$R_{si}$  y  $R_{se}$  las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla 1 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [ $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ].

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior [ $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ]

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		$R_{se}$	$R_{si}$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (suelo)		0,04	0,17

Ilustración 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior

Las resistencias térmicas de las cámaras de aire vienen especificadas según tres tipologías:

- a) Cámara de aire sin ventilar: la resistencia térmica de las cámaras de aire sin ventilar viene definida en la tabla 2 en función de su espesor.

Tabla 2 Resistencias térmicas de cámaras de aire [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ]

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Ilustración 2 Resistencias térmicas de cámaras de aire

- b) Cámara de aire ligeramente ventilada: la resistencia térmica de las cámaras de aire ligeramente ventiladas es la mitad de los valores de la tabla 2.
- c) Cámara de aire muy ventilada: en este caso, la resistencia térmica total del cerramiento se obtiene despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior.

#### 1.1.1.1 Fachada principal

Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ )
Piedra de Mampostería	1,3	0,2	0,15384615
Poliestireno aislante	0,03	0,06	2
Ladrillo hueco	0,32	0,08	0,25
Enlucido de yeso	0,57	0,01	0,01754386
Resistencia superficial interior			0,13
Resistencia superficial exterior			0,04
Resistencia total ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ )			2,591390
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> · K)			0,385893

Ilustración 3 Cálculos fachada principal



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 1.1.1.2 Fachada trasera

Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)
Ladrillo termoarcilla	0,25	0,2	0,8
Poliestireno aislante	0,035	0,06	1,71428571
Ladrillo hueco	0,32	0,08	0,25
Enlucido de yeso	0,57	0,01	0,01754386
Resistencia superficial interior			0,13
Resistencia superficial exterior			0,04
Resistencia total (m <sup>2</sup> ·K/W)			2,95182957
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)			0,33877295

Ilustración 4 Cálculos fachada trasera

### 1.1.1.3 Techo segunda planta/cubierta

Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)
Escayola	0,25	0,02	0,08
Cámara de aire		0,5	0,395
Bloque macizo de poliestireno	0,035	0,3	8,57142857
Plancha de hormigón	2,5	0,05	0,02
Poliestireno aislante	0,035	0,06	1,71428571
Teja cerámica	1,3	0,03	0,02307692
Resistencia superficial interior			0,1
Resistencia superficial exterior			0,04
Resistencia total (m <sup>2</sup> ·K/W)			10,9437912
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)			0,09137601

Ilustración 5 Cálculos techo segunda planta/cubierta

### 1.1.2 Cerramientos en contacto con otro edificio (Medianeras)

En este caso, la transmitancia térmica se va a calcular igual que en el caso de cerramientos en contacto con el aire exterior, pero considerando las resistencias superficiales en las dos caras como interiores.

#### 1.1.2.1 Fachadas laterales

Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)
Ladrillo macizo	0,85	0,12	0,14117647
Poliestireno aislante	0,035	0,06	1,71428571
Ladrillo hueco	0,32	0,08	0,25
Enlucido de yeso	0,57	0,01	0,01754386
Resistencia superficial interior			0,13
Resistencia superficial exterior			0,13
Resistencia total (m <sup>2</sup> ·K/W)			2,383006
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)			0,419638

Ilustración 6 Cálculos fachadas laterales

## 1.2 Cerramientos en contacto con el terreno

### 1.2.1 Suelos en contacto con el terreno

En la vivienda se tiene una solera a una profundidad superior a 0,5 m respecto el nivel del terreno, ya que el edificio cuenta con un sótano enterrado. Por ello, para calcular la transmitancia térmica de dicho suelo se atenderá al CASO 2.

Para el CASO 2, la transmitancia térmica  $U_s$  [ $W/m^2 \cdot K$ ] se obtendrá de la tabla 4 en función de la profundidad  $z$  de la solera respecto el nivel del terreno, de su resistencia térmica  $R_f$  calculada despreciando las resistencias térmicas superficiales, y la longitud característica  $B'$  calculada mediante la siguiente expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$$

Siendo  $P$  la longitud del perímetro expuesto de la solera [m] y  $A$  el área de la solera [ $m^2$ ].

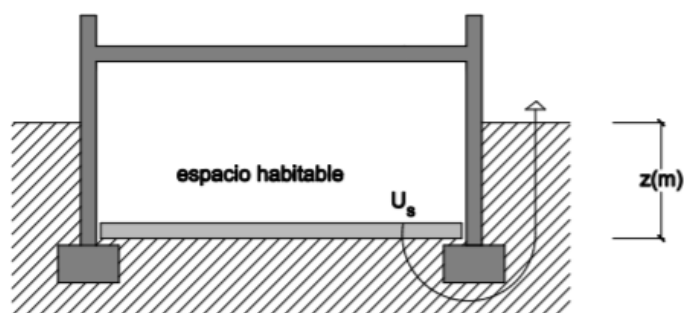


Ilustración 7 Ejemplo solera enterrada



Tabla 4 Transmitancia térmica  $U_s$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]

B'	0,5 m < z ≤ 1,0 m				1,0 m < z ≤ 2,0 m				2,0 m < z ≤ 3,0 m				z > 3,0 m			
	Rf [ $m^2 \cdot K/W$ ]				Rf [ $m^2 \cdot K/W$ ]				Rf [ $m^2 \cdot K/W$ ]				Rf [ $m^2 \cdot K/W$ ]			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
1	1,51	1,07	0,84	0,69	1,14	0,88	0,72	0,61	0,78	0,65	0,56	0,49	0,59	0,51	0,46	0,41
2	1,09	0,82	0,67	0,57	0,87	0,70	0,59	0,51	0,63	0,54	0,47	0,42	0,50	0,44	0,40	0,36
3	0,87	0,68	0,57	0,49	0,71	0,59	0,50	0,44	0,53	0,47	0,41	0,37	0,43	0,39	0,35	0,32
4	0,74	0,59	0,49	0,43	0,61	0,51	0,44	0,39	0,47	0,41	0,37	0,34	0,39	0,35	0,32	0,29
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

Ilustración 8 Transmitancias térmicas de soleras enterradas

#### 1.2.1.1 SUELO SÓTANO

Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R ( $m^2 \cdot K/W$ )
Hormigón hidrofugo	0,82	0,3	0,36585366
Compresión de cemento	1	0,08	0,08
Cerámica	1,3	0,02	0,01538462
Resistencia total ( $m^2 \cdot K/W$ )			0,46123827
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> · K)			0,432116

Ilustración 9 Cálculos suelo sótano

#### 1.2.2 Muros en contacto con el terreno

En la vivienda, todas las paredes del sótano se encuentran enterradas en su totalidad, por lo tanto, hay que atender al siguiente tipo de muro enterrado:

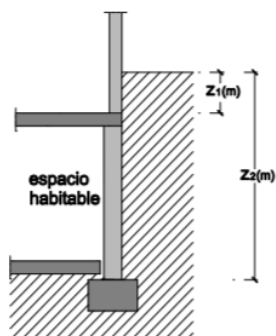


Figura 4 Muro enterrado

Ilustración 10 Ejemplo muro enterrado



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

La transmitancia térmica  $U_T$  [ $W/m^2 \cdot K$ ] de los muros en contacto con el terreno se obtiene de la tabla 5 en función de su profundidad  $z$ , y de la resistencia térmica del muro  $R_m$  calculada despreciando las resistencias térmicas superficiales.

**Tabla 5 Transmitancia térmica de muros enterrados  $U_T$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]**

$R_m$ [ $m^2 K/W$ ]	Profundidad $z$ de la parte enterrada del muro [m]					
	0,5	1	2	3	4	$\geq 6$
,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,10	2,29	1,74	1,22	0,97	0,81	0,62
0,20	1,84	1,45	1,06	0,85	0,72	0,56
0,30	1,55	1,25	0,93	0,76	0,65	0,51
0,40	1,33	1,10	0,84	0,69	0,60	0,47
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
0,60	1,05	0,90	0,71	0,59	0,52	0,42
0,70	0,95	0,82	0,66	0,56	0,49	0,39
0,80	0,87	0,76	0,61	0,52	0,46	0,38
0,90	0,80	0,70	0,58	0,49	0,44	0,36
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,10	0,69	0,61	0,51	0,45	0,40	0,33
1,20	0,64	0,58	0,49	0,42	0,38	0,32
1,30	0,60	0,55	0,46	0,41	0,36	0,30
1,40	0,57	0,52	0,44	0,39	0,35	0,29
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
1,60	0,51	0,47	0,40	0,36	0,32	0,28
1,70	0,49	0,45	0,39	0,35	0,31	0,27
1,80	0,46	0,43	0,37	0,33	0,30	0,26
1,90	0,44	0,41	0,36	0,32	0,29	0,25
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

*Ilustración 11 Transmitancias térmicas de muros enterrados*

### 1.2.2.1 MUROS DEL SÓTANO

Material	$\lambda$ ( $W/m \cdot K$ )	$e$ (m)	$R$ ( $m^2 \cdot K/W$ )
Hormigon hidrófugo	0,82	0,3	0,36585366
Enlucido de yeso	0,57	0,02	0,03508772
Resistencia total ( $m^2 \cdot K/W$ )			0,40094138
Transmitancia térmica $U$ ( $W/m^2 \cdot K$ )			0,72

*Ilustración 12 Cálculos muros del sótano*

### 1.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables

La transmitancia térmica  $U$  [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ] viene dada por la siguiente expresión:

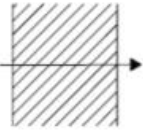
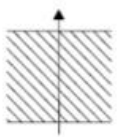
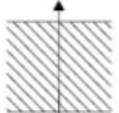
$$U = U_p \cdot b$$

Siendo:

$U_p$  la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla 6.

$b$  el coeficiente de reducción de temperatura obtenido por la tabla 7 para una serie de casos que se explican más adelante.

**Tabla 6 Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]**

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		$R_{se}$	$R_{si}$
<i>Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal <math>&gt;60^\circ</math> y flujo horizontal</i>		0,13	0,13
<i>Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal <math>\leq 60^\circ</math> y flujo ascendente (Techo)</i>		0,10	0,10
<i>Particiones interiores horizontales y flujo descendente (Suelo)</i>		0,17	0,17

*Ilustración 13 Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores*

El coeficiente de reducción de temperatura  $b$  para espacios adyacentes no habitables (trasteros, despensas, garajes adyacentes...) y espacios no acondicionados bajo cubierta inclinada se obtiene de la tabla 7, teniendo en cuenta que existen dos grados de ventilación en función del nivel de estanqueidad:

CASO 1 espacio ligeramente ventilado (Nivel estanqueidad 1, 2 o 3)

CASO 2 espacio muy ventilado (Nivel estanqueidad 4 o 5)

Tabla 7 Coeficiente de reducción de temperatura b

$A_{h-nh}/A_{nh-e}$	No aislado <sub>nh-e</sub> -Aislado <sub>h-nh</sub>		No aislado <sub>nh-e</sub> -No aislado <sub>h-nh</sub>		Aislado <sub>nh-e</sub> -No aislado <sub>h-nh</sub>	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤ 0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤ 0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤ 1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤ 1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤ 2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤ 2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤ 3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Ilustración 14 Coeficiente de reducción de temperatura b

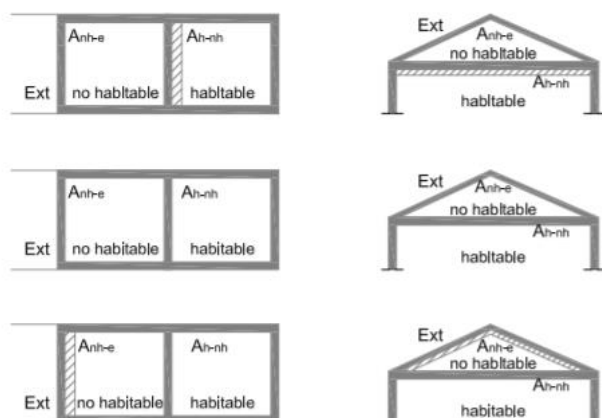


Figura 6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

Ilustración 15 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

El coeficiente de reducción de temperatura b también puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$b = \frac{H_{nh-e}}{H_{h-nh} + H_{nh-e}}$$

Siendo:

$H_{nh-e}$  el coeficiente de pérdida del espacio no habitable hacia el exterior [W/m]

$H_{h-nh}$  el coeficiente de pérdida del espacio habitable hacia el espacio no habitable [W/m].

Estos coeficientes se calculan mediante las fórmulas siguientes:

$$H_{nh-e} = \sum U_{nh-e} \cdot A_{nh-e} + 0,34 \cdot Q_{e-nh}$$

$$H_{h-nh} = \sum U_{h-nh} \cdot A_{h-nh} + 0,34 \cdot Q_{nh-h}$$

Para el cálculo del caudal de aire  $Q_{e-nh}$  se pueden utilizar los valores del apartado 2 de la sección HS3 del DB “Salubridad” y, en ausencia de datos, se pueden utilizar los valores de renovaciones hora  $[h^{-1}]$  contenidos en la tabla 8 multiplicados por el volumen del espacio no habitable.

**Tabla 8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior ( $h^{-1}$ )**

Nivel de estanqueidad	$h^{-1}$
1.Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2.Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3.Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4.Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5.Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

*Ilustración 16 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior*

### 1.3.1 Techo Sótano/Lonja

Para este caso, ya que es un espacio habitable en contacto con un garaje adyacente, se utiliza el proceso descrito en primer lugar. Se ha considerado un nivel de estanqueidad 3.

Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R ( $m^2 \cdot K/W$ )
Resina	2,6	0,005	0,00192308
Plancha de hormigón	2,5	0,03	0,012
Bloque de hormigón	1,18	0,3	0,25423729
Poliestireno aislante	0,035	0,05	1,42857143
Resistencia superficial interior			0,1
Resistencia superficial exterior			0,1
		Resistencia total ( $m^2 \cdot K/W$ )	1,89673179
		$U_p$	0,52722267
		b	0,65
		$A_{h-nh}/A_{nh-e}$	1
		Transmitancia térmica U ( $W/m^2 \cdot K$ )	0,34269474

*Ilustración 17 Cálculos techo sótano/lonja*



### 1.3.2 Suelo Primer Piso/Lonja

Se sigue el mismo procedimiento que en el caso anterior y se considera un nivel de estanqueidad 3.

Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)
Cerámica	1,3	0,02	0,01538462
Cemento ( $\rho=1600\text{kg/m}^3$ )	1	0,1	0,1
Poliestireno aislante	0,035	0,05	1,42857143
Hormigón ligero ( $\rho=1600\text{kg/m}^3$ )	1,15	0,03	0,02608696
Bloque de hormigón	1,18	0,3	0,25423729
Cámara de aire		0,15	0,28
Escayola	0,25	0,02	0,08
Resistencia superficial interior			0,1
Resistencia superficial exterior			0,1
Resistencia total (m <sup>2</sup> ·K/W)			2,38428029
$U_p$			0,41941378
b			0,94
$A_{h-nh}/A_{h-e}$			0,93827088
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)			0,39424895

Ilustración 18 Cálculos suelo primer piso/lonja

### 1.3.3 Muro Salón/Escaleras

Para este caso, se sigue el otro proceso descrito. Se supone un nivel de estanqueidad 3. Para el cálculo del caudal se utilizan los valores del apartado 2 de la sección HS3 del DB “Salubridad”.

$$H_{nh-e} = 0,4196 \cdot 7,59 + 0,34 \cdot 3,871 = 4,5$$

$$H_{h-nh} = 3,5077 \cdot 4,9 + 0,34 \cdot 10 = 20,59$$

$$b = \frac{4,5}{20,59 + 4,5} = 0,179$$

Muro Salón/Escalera			
Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)
Ladrillo Hueco	0,32	0,12	0,375
Enlucido de yeso	0,57	0,01	0,01754386
Enfoscado de cemento ( $\rho=1600\text{kg/m}^3$ )	1	0,02	0,02
Resistencia superficial interior			0,13
Resistencia superficial exterior			0,13
Resistencia total (m <sup>2</sup> ·K/W)			0,67254386
$U_p$			1,48689187
b			0,179
$H_{nh-e}$			4,5
$H_{h-nh}$			20,59
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)			0,26615365

Ilustración 19 Cálculos muro salón/escaleras

### 1.3.4 Muro Baño 1/Escaleras

Para este caso, se sigue el otro proceso descrito. Se supone un nivel de estanqueidad 3. Para el cálculo del caudal se utilizan los valores del apartado 2 de la sección HS3 del DB “Salubridad”.

$$H_{nh-e} = 0,4196 \cdot 7,59 + 0,34 \cdot 3,871 = 4,5$$

$$H_{h-nh} = 3,4409 \cdot 5,831 + 0,34 \cdot 10 = 23,46$$

$$b = \frac{4,5}{23,46 + 4,5} = 0,1609$$

Muro Baño 1/Escalera			
Material	$\lambda$ (W/m·K)	e (m)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)
Ladrillo Hueco	0,32	0,12	0,375
Enlucido de yeso	0,57	0,01	0,01754386
Enfoscado de cemento ( $\rho=1600\text{kg/m}^3$ )	1	0,02	0,02
Resistencia superficial interior			0,13
Resistencia superficial exterior			0,13
Resistencia total (m <sup>2</sup> ·K/W)			0,67254386
$U_p$			1,48689187
b			0,1609
$H_{nh-e}$			4,5
$H_{h-nh}$			23,46
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)			0,2392409

Ilustración 20 Cálculos muro baño 1/escaleras

En las particiones interiores que separan dos espacios habitables no se producen pérdidas, ya que el incremento de temperatura es nulo.

## 1.4 Huecos y Lucernarios

El cálculo de la transmitancia térmica de huecos se realiza mediante la siguiente expresión:

$$U_H = \frac{A_{H,v} \cdot U_{H,v} + A_{H,m} \cdot U_{H,m} + l_v \cdot \Psi_v + A_{H,p} \cdot U_{H,p} + l_p \cdot \Psi_p}{A_{H,v} + A_{H,m} + A_{H,p}}$$

Siendo:

$U_H$  la transmitancia térmica del hueco [W/m<sup>2</sup>·K]

$U_{H,v}$  la transmitancia térmica del acristalamiento [W/m<sup>2</sup>·K]

$U_{H,m}$  la transmitancia térmica del marco [W/m<sup>2</sup>·K]

$U_{H,p}$  la transmitancia térmica de la zona con panel opaco [W/m<sup>2</sup>·K]

$\Psi_v$  la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y acristalamiento [W/m·K]

$\Psi_p$  la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y paneles opacos o cajón de persiana [W/m·K]

$A_{H,v}$  el área de la parte acristalada [m<sup>2</sup>]

$A_{H,m}$  el área del marco [m<sup>2</sup>]

$A_{H,p}$  el área de la parte con panel opaco o cajón de persiana [m<sup>2</sup>]

$l_v$  la longitud de contacto entre marco y acristalamiento [m]

$l_p$  la longitud de contacto entre marco y paneles opacos o cajón de persiana [m]

Los valores de las transmitancias térmicas lineales se toman de la *Tabla 10 Transmitancia térmica lineal  $\Psi_p$  y  $\Psi_v$  en huecos*:

**Tabla 10 Transmitancia térmica lineal  $\Psi_p$  y  $\Psi_v$  en huecos\***

Material del marco	Acristalamiento o empanelado simple	Acristalamiento o empanelado doble o triple	Acristalamiento doble con baja emisividad o triple con dos capas de baja emisividad
<b>Madera y plástico</b>	0,00	0,06 / 0,05	0,08 / 0,06
<b>Metálico con rotura de puente térmico</b>	0,00	0,08 / 0,06	0,11 / 0,08
<b>Metálico sin rotura de puente térmico</b>	0,00	0,02 / 0,01	0,05 / 0,04

*Ilustración 21 Transmitancia térmica lineal de huecos*

Todas las ventanas de la vivienda son de doble vidrio con cámara con una distribución de 4-12-6 mm (vidrio-cámara-vidrio). Además, los marcos tanto de las puertas como de las ventanas de toda la vivienda son de madera de iroko.

Los valores de las transmitancias térmicas tanto del marco como del acristalamiento se han obtenido de la guía técnica del IDAE.

La puerta principal se va a calcular como si fuera un cerramiento en contacto con el exterior de unos de unos 5-6 cm de madera maciza (con  $\lambda = 0,20$  W/mK para la madera).

La puerta del distribuidor del primer piso que se encuentra en contacto con la escalera se va a calcular como se fuera un cerramiento en contacto con un espacio no habitable. Esta puerta es de unos 3-4 cm de madera maciza.





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 1.4.1 Puerta Primer Piso con escaleras

Material	$\lambda$ (W/mK)	e (m)	R (m <sup>2</sup> K/W)
Madera Maciza	0,2	0,04	0,2
Resistencia superficial interior			0,13
Resistencia superficial exterior			0,13
Resistencia total			0,46
$U_p$			2,17391304
$H_{nh-e}$			4,5
$H_{h-nh}$			6,84347826
b			0,39670372
Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> K)			0,86239939

Ilustración 22 Cálculos puerta primer piso

### 1.4.2 Ventana Primer Piso fachada principal (Salón)

Material	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$\Psi$ (W/mK)	$U_H$ (W/m <sup>2</sup> K)
Doble vidrio con cámara	1,2644	2,9	0,06	2,7803
Madera de iroko	0,7076	2		

Ilustración 23 Cálculos ventana salón primer piso

### 1.4.3 Ventana Primer Piso fachada principal (Cocina)

Material	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$\Psi$ (W/mK)	$U_H$ (W/m <sup>2</sup> K)
Doble vidrio con cámara	2,1054	2,9	0,06	2,7576
Madera de iroko	1,15435	2		

Ilustración 24 Cálculos ventana cocina primer piso

### 1.4.4 Ventana Primer Piso fachada trasera (Baño 1)

Material	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$\Psi$ (W/mK)	$U_H$ (W/m <sup>2</sup> K)
Doble vidrio con cámara	0,6363	2,9	0,06	2,7631
Madera de iroko	0,5308	2		

Ilustración 25 Cálculos ventana baño 1 primer piso

### 1.4.5 Ventana Primer Piso fachada trasera (Dormitorio 1)

Material	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$\Psi$ (W/mK)	$U_H$ (W/m <sup>2</sup> K)
Doble vidrio con cámara	1,9092	2,9	0,06	2,7672
Madera de iroko	1,0422	2		

Ilustración 26 Cálculos ventana dormitorio 1 primer piso

### 1.4.6 Ventana Segundo Piso fachada principal (Dormitorio 3)

Material	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$\Psi$ (W/mK)	$U_H$ (W/m <sup>2</sup> K)
Doble vidrio con cámara	0,899	2,9	0,06	2,8017
Madera de iroko	0,515825	2		

Ilustración 27 Cálculos ventana dormitorio 3 segundo piso



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 1.4.7 Ventana Segundo Piso fachada principal (Dormitorio 4)

Material	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Ψ (W/mK)	U <sub>H</sub> (W/m <sup>2</sup> K)
Doble vidrio con cámara	1,7748	2,9	0,06	2,7432
Madera de iroko	1,05565	2		

Ilustración 28 Cálculos ventana dormitorio 4 segundo piso

### 1.4.8 Ventana Segundo Piso fachada trasera (Baño 2)

Material	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Ψ (W/mK)	U <sub>H</sub> (W/m <sup>2</sup> K)
Doble vidrio con cámara	0,6363	2,9	0,06	2,7631
Madera de iroko	0,5308	2		

Ilustración 29 Cálculos ventana baño 2 segundo piso

### 1.4.9 Ventana Segundo Piso fachada trasera (Dormitorio 2)

Material	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Ψ (W/mK)	U <sub>H</sub> (W/m <sup>2</sup> K)
Doble vidrio con cámara	1,11	2,9	0,06	2,7997
Madera de iroko	0,6044	2		

Ilustración 30 Cálculos ventana dormitorio 2 segundo piso

## 1.5 Transmitancia de la energía solar de elementos semitransparentes

### 1.5.1 Transmitancia total de energía solar del hueco

La transmitancia total de energía solar del hueco se obtiene de la *Tabla 11 Transmitancia total de energía solar para diferentes tipos de vidrio* en función del vidrio que componga el hueco.

Tabla 11 Transmitancia total de energía solar para diferentes tipos de vidrio

Tipo	$g_{gl;n}$	$g_{gl;wi}$
Vidrio sencillo	0,85	0,77
Vidrio doble	0,75	0,68
Vidrio doble bajo emisivo	0,67	0,60
Vidrio triple bajo emisivo	0,50	0,45
Doble ventana	0,75	0,68

Ilustración 31 Transmitancia total de la energía solar

Todas las ventanas de la vivienda están formadas por doble vidrio con cámara de aire, por lo que:

$$g_{gl;n} = 0,75$$

$$g_{gl;wi} = 0,68$$

### 1.5.2 Transmitancia total de energía solar del hueco con un dispositivo de sombra móvil

Esta transmitancia se obtiene de la *Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil* entrando en dicha tabla según varios factores, como el tipo de dispositivo de sombra móvil, tipo de

vidrio que compone la ventana, el color del dispositivo de protección solar, así como si el dispositivo de protección va por el interior o por el exterior de la ventana.

Todas las ventanas de la casa cuentan con dispositivos de sombra móvil, en este caso persianas que están instaladas en el exterior de la ventana.

**Tabla 12 Transmittancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ( $g_{gl;sh,wi}$ )**

Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar	Tipo de vidrio	Protección exterior				Protección interior			
		Factor de reflexión ( $\rho_{e,B}$ )				Factor de reflexión ( $\rho_{e,B}$ )			
$T_{e,B}$		blanco	pastel	oscuro	negro	blanco	pastel	oscuro	negro
<b>0</b> (p.ej: persianas)	Vidrio sencillo	0,06	0,11	0,15	0,19	0,34	0,43	0,54	0,66
	Vidrio doble	0,05	0,08	0,11	0,14	0,34	0,43	0,53	0,63
	Vidrio doble bajo emisivo	0,03	0,05	0,08	0,10	0,34	0,42	0,51	0,59
	Vidrio triple bajo emisivo	0,03	0,05	0,06	0,08	0,30	0,34	0,38	0,41
<b>0,2</b> (p.ej: toldos)	Vidrio sencillo	0,22	0,27	0,31	0,33	0,39	0,51	0,62	0,68
	Vidrio doble	0,20	0,23	0,26	0,28	0,39	0,50	0,60	0,65
	Vidrio doble bajo emisivo	0,17	0,20	0,22	0,23	0,39	0,48	0,56	0,61
	Vidrio triple bajo emisivo	0,13	0,15	0,16	0,17	0,32	0,36	0,40	0,42
<b>0,4</b> (p.ej: cortinas)	Vidrio sencillo	0,41	0,43	0,45	0,47	0,53	0,59	0,65	0,71
	Vidrio doble	0,36	0,38	0,39	0,41	0,51	0,56	0,61	0,66
	Vidrio doble bajo emisivo	0,33	0,34	0,35	0,36	0,49	0,53	0,58	0,62
	Vidrio triple bajo emisivo	0,24	0,25	0,26	0,27	0,37	0,38	0,40	0,42

Ilustración 32 Transmittancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil

Entrando en la tabla anterior con los datos mencionados antes, se obtiene:

$$g_{gl;sh,wi} = 0,11$$

Para determinar la eficacia de la protección solar utilizada se toma lo establecido en la UNE-EN 14501 tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Clase (UNE-EN 14501)	Tabla 13 Eficacia de la protección solar en función del $g_{gl;sh,wi}$				
	0	1	2	3	4
Eficacia	Efecto mínimo	Efecto pequeño	Efecto moderado	Eficiente	Muy eficiente
$g_{gl;sh,wi}$	$g_{gl;sh,wi} > 0,5$	$0,35 < g_{gl;sh,wi} < 0,5$	$0,15 < g_{gl;sh,wi} < 0,35$	$0,10 < g_{gl;sh,wi} < 0,15$	$g_{gl;sh,wi} < 0,10$

Ilustración 33 Eficacia de la protección solar

Como se puede observar, la protección solar utilizada es eficiente.

### 1.5.3 Transmittancia total media mensual de energía solar de huecos con dispositivos de sombra móvil

La transmittancia total media mensual de energía solar del acristalamiento incluyendo el efecto del dispositivo de sombra móvil se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$g_{gl;wi;m} = (1 - f_{sh;with}) \cdot g_{gl;wi} + f_{sh;with} \cdot g_{gl;sh,wi}$$

Donde:

$f_{sh,with}$  es la fracción de tiempo con el dispositivo de sombra móvil activado;

$g_{gl,wi}$  es la transmitancia total de energía solar del acristalamiento sin el dispositivo de sombra móvil activado;

$g_{gl,sh,wi}$  es la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con el dispositivo de sombra móvil activado.

La fracción de tiempo de activación de los dispositivos solares móviles se obtiene de la siguiente tabla en función del mes y de la orientación de dicho dispositivo.

**Tabla 15.a Fracción de tiempo de activación de los dispositivos solares móviles por meses y orientaciones, para climas peninsulares, de las Islas Baleares, Ceuta y Melilla ( $f_{sh,with}$ )**

ZC	Orientación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
C3	E	0,45	0,47	0,54	0,61	0,63	0,69	0,73	0,72	0,69	0,59	0,48	0,37
	S	0,82	0,80	0,73	0,63	0,50	0,53	0,64	0,75	0,85	0,81	0,79	0,81
	O	0,48	0,50	0,54	0,57	0,53	0,65	0,70	0,69	0,67	0,52	0,37	0,34
	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C4	E	0,45	0,47	0,54	0,61	0,63	0,71	0,75	0,74	0,70	0,51	0,42	0,40
	S	0,82	0,80	0,73	0,63	0,50	0,55	0,68	0,79	0,86	0,82	0,83	0,81
	O	0,48	0,50	0,54	0,57	0,53	0,71	0,73	0,73	0,67	0,56	0,45	0,40
	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D1	E	0,37	0,58	0,60	0,59	0,66	0,61	0,67	0,65	0,61	0,60	0,50	0,38
	S	0,80	0,81	0,79	0,70	0,53	0,47	0,58	0,69	0,76	0,84	0,81	0,84
	O	0,43	0,54	0,59	0,62	0,61	0,59	0,64	0,65	0,57	0,58	0,41	0,41
	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D2	E	0,37	0,58	0,60	0,59	0,66	0,66	0,72	0,70	0,62	0,59	0,49	0,35
	S	0,80	0,81	0,79	0,70	0,53	0,52	0,61	0,74	0,81	0,83	0,82	0,82
	O	0,43	0,54	0,59	0,62	0,61	0,67	0,70	0,67	0,64	0,58	0,45	0,35
	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ilustración 34 Fracción de tiempo de activación de los dispositivos solares móviles

Como el cálculo se está realizando para los meses de la temporada de calefacción, se van a promediar los valores mensuales de los meses de diciembre y enero.

A continuación, se va a realizar el cálculo de la transmitancia total media mensual de energía solar de huecos con dispositivos de sombra móvil para cada una de las ventanas de la vivienda.

#### 1.5.3.1 Ventana Primer Piso Salón

Orientación: Este



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

$$f_{sh;with} = 0,36$$

$$g_{gl;wi;m} = (1 - 0,36) \cdot 0,68 + 0,36 \cdot 0,11 = 0,4748$$

### 1.5.3.2 Ventana Primer Piso Cocina

Orientación: Este

$$f_{sh;with} = 0,36$$

$$g_{gl;wi;m} = (1 - 0,36) \cdot 0,68 + 0,36 \cdot 0,11 = 0,4748$$

### 1.5.3.3 Ventana Primer Piso Baño 1

Orientación: Oeste

$$f_{sh;with} = 0,39$$

$$g_{gl;wi;m} = (1 - 0,39) \cdot 0,68 + 0,39 \cdot 0,11 = 0,4577$$

### 1.5.3.4 Ventana Primer Piso Dormitorio 1

Orientación: Sur

$$f_{sh;with} = 0,81$$

$$g_{gl;wi;m} = (1 - 0,81) \cdot 0,68 + 0,81 \cdot 0,11 = 0,2183$$

### 1.5.3.5 Ventana Segundo Piso Dormitorio 3

Orientación: Este

$$f_{sh;with} = 0,36$$

$$g_{gl;wi;m} = (1 - 0,36) \cdot 0,68 + 0,36 \cdot 0,11 = 0,4748$$

### 1.5.3.6 Ventana Segundo Piso Dormitorio 4

Orientación: Este

$$f_{sh;with} = 0,36$$

$$g_{gl;wi;m} = (1 - 0,36) \cdot 0,68 + 0,36 \cdot 0,11 = 0,4748$$

### 1.5.3.7 Ventana Segundo Piso Baño 2

Orientación: Oeste

$$f_{sh;with} = 0,39$$

$$g_{gl;wi;m} = (1 - 0,39) \cdot 0,68 + 0,39 \cdot 0,11 = 0,4577$$

### 1.5.3.8 Ventana Segundo Piso Dormitorio 2

Orientación: Sur

$$f_{sh;with} = 0,81$$

$$g_{gl;wi;m} = (1 - 0,81) \cdot 0,68 + 0,81 \cdot 0,11 = 0,2183$$

## 2 COMPROBACION DEL CUMPLIMIENTO DE LAS TRANSMITANCIAS TÉRMICAS MÁXIMAS

En este apartado se va a comprobar que las transmitancias térmicas de los distintos elementos que componen la envolvente térmica no supera a los valores límites que aparecen en la tabla *Tabla 3.1.1.a-HE1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [ $W/m^2K$ ]*. En esta tabla se va a entrar en la columna de la zona climática D, ya que la vivienda se encuentra en la zona climática D2.

En la siguiente tabla se puede observar un resumen de las transmitancias térmicas calculadas en comparación con las transmitancias límites para cada elemento de la envolvente térmica.

CERRAMIENTOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA		U ( $W/m^2K$ )	
		Calculada	Límite
Muros y suelos en contacto con el exterior	Fachada principal	0,386	0,41
	Fachada trasera	0,339	
Cubierta en contacto con el exterior	Cubierta segunda planta	0,091	0,35
Muros en contacto con espacio no habitable o terreno	Fachadas laterales	0,419	0,65
	Muros del sótano	0,72	
	Muro salón con escalera	0,266	
	Muro baño 1 con escalera	0,239	
	Suelo del sótano	0,432	
	Suelo primer piso con lonja	0,394	
	Techo sótano con lonja	0,343	
Huecos y lucernarios	Ventana 1ª Piso Salón	2,78	1,8
	Ventana 1ª Piso Cocina	2,758	
	Ventana 1ª Piso Baño 1	2,763	
	Ventana 1ª Piso Dormitorio 1	2,767	
	Ventana 2ª Piso Dormitorio 3	2,802	
	Ventana 2ª Piso Dormitorio 4	2,743	
	Ventana 2ª Piso Baño 2	2,763	
	Ventana 2ª Piso Dormitorio 2	2,799	

Ilustración 35 Resumen transmitancias térmicas

Como se puede observar en la tabla anterior, los huecos no cumplen con la limitación de la transmitancia térmica impuesta por el CTE, pero como los cálculos se han realizado sobre la vivienda ya construida, se va a continuar con esas ventanas para la instalación de calefacción, aunque no cumplan las exigencias del CTE. También hay que tener en cuenta que la vivienda fue construida atendiendo al antiguo CTE, que limitaba la transmitancia térmica de los huecos en  $3,5 W/m^2K$ , valor que sí cumplen estas ventanas.



### 3 COMPROBACIÓN DE LIMITACIÓN DE CONDENSACIONES

#### 3.1 Condiciones de cálculo

##### 3.1.1 Condiciones exteriores

Para el cálculo de condensaciones se toman como temperaturas exteriores y humedades relativas exteriores los valores medios mensuales de la localidad en la cual se ubica el edificio. Como en este caso la vivienda se ubica en Murillo de Río Leza (no es capital de provincia), la temperatura exterior se supone igual a la de la capital minorada en 1°C por cada 100 m de diferencia de altura entre ambas localidades. En el caso de la humedad absoluta se supone igual a la de la capital de provincia. Los valores de la capital de provincia se obtienen de la tabla .1 del apéndice C.

Por lo que, entrando en la tabla mencionada y teniendo en cuenta lo explicado antes, los valores de temperatura exterior y humedad relativa exterior son los siguientes:

$$T_e = 5,8^{\circ}\text{C}$$

$$HR_{\text{ext}} = 75 \%$$

Se van a calcular tanto la presión de saturación ( $P_{\text{sat}}$ ) como la presión de vapor ( $P_e$ ) para los datos de partida de la localidad.

En primer lugar, se va a calcular la presión de saturación a partir de la temperatura exterior en [°C]. Como la temperatura exterior ( $\Theta$ ) es mayor de 0°C, se utiliza la siguiente fórmula para calcular la presión de saturación:

$$P_{\text{sat}} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \Theta}{237,3 + \Theta}}$$

Introduciendo los 5,8°C de temperatura exterior de la localidad, se obtiene el siguiente resultado:

$$P_{\text{sat}} = 921,7653 \text{ Pa}$$

A continuación, se calcula la presión de vapor  $P_e$  en [Pa] mediante la siguiente expresión:

$$P_e = \phi_e \cdot P_{\text{sat}}$$

Siendo  $\phi_e$  la humedad relativa exterior para la capital de provincia y el mes de cálculo [en tanto por 1].

El resultado es:

$$P_e = 691,3239 \text{ Pa}$$

##### 3.1.2 Condiciones interiores

Se toma una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para todos los meses del año. Como no se conocen el ritmo de producción de la humedad interior ni la tasa de renovación del aire, la humedad relativa del ambiente interior se toma en función de la clase de higrometría del espacio.





Como el edificio es de uso residencial privado, se toma una clase de higrometría 3, por lo que la humedad relativa del ambiente interior es del 55%.

$$T_{\text{int}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$HR_{\text{int}} = 55 \%$$

Para calcular la presión de saturación ( $P_{\text{sat}}$ ) y la presión de vapor ( $P_i$ ) se sigue el mismo procedimiento que en los cálculos para el exterior. Por lo que los resultados son:

$$P_{\text{sat}} = 2336,9511 \text{ Pa}$$

$$P_i = 1285,3231 \text{ Pa}$$

### 3.2 Condensaciones superficiales

Se va a realizar la comprobación de condensaciones superficiales mediante el método del factor de temperaturas superficiales, que consiste en establecer un límite máximo del 80% de humedad relativa media mensual sobre la superficie del cerramiento analizado.

Esto se cumple si el factor de temperatura de la superficie interior ( $f_{\text{Rsi}}$ ) es mayor que el factor de temperatura de la superficie interior mínimo ( $f_{\text{Rsi,min}}$ ) para las condiciones exteriores e interiores del mes de enero de la localidad. Para obtener este factor se hace uso de la tabla 1 en función de la clase de higrometría de cada espacio y la zona climática de invierno donde se encuentra el edificio.

**Tabla 1** Factor de temperatura de la superficie interior mínimo  $f_{\text{Rsi,min}}$

Categoría del espacio	$\alpha$	Zona climática de invierno				
		A	B	C	D	E
Clase de higrometría 5	0,70	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90
Clase de higrometría 4	0,56	0,66	0,66	0,69	0,75	0,78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,42	0,50	0,52	0,56	0,61	0,64

*Ilustración 36* Factor de temperatura de la superficie interior mínimo

La zona climática de invierno correspondiente a la localidad de estudio es la zona D y se establece para los espacios de cálculo una clase de higrometría 3, por lo tanto, el factor de temperatura de la superficie interior mínimo ( $f_{\text{Rsi,min}}$ ) es 0,61.

Como en alguno de los cerramientos calculados no se cumple con las limitaciones de transmitancia establecidas en el documento DB HE1, es necesario comprobar las condensaciones superficiales en los casos en los que no se cumple esta limitación.

#### 3.2.1 Cálculo del factor de temperatura de la superficie interior de un cerramiento

Este factor se calcula para cada cerramiento utilizando la siguiente ecuación, la cual depende de la transmitancia térmica del cerramiento:

$$f_{\text{Rsi}} = 1 - U \cdot 0,25$$



Siendo  $U$  la transmitancia térmica del cerramiento en  $W/m^2K$ .

### 3.2.2 Comprobación del factor de temperatura

Como el cumplimiento de los valores de transmitancia máxima de los parámetros característicos de la envolvente establecido en el documento DB HE1 asegura que se cumpla la restricción del factor de temperaturas, solo será necesario comprobar este factor en los cerramientos en los que no se cumpla dicha limitación.

En la siguiente tabla se reflejan los valores de la comprobación:

Comprobación ( $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,min}$ )			
Cerramiento	$U$ ( $W/m^2K$ )	$f_{Rsi}$	$f_{Rsi,min}$
Muros del sótano	0,72	0,82	0,61

Ilustración 37 Comprobación del factor de temperatura

Como se puede ver en la tabla anterior, los cerramientos en los cuales teníamos que realizar la comprobación del factor de temperaturas cumplen con la restricción establecida.

## 3.3 Condensaciones intersticiales

Para comprobar las condensaciones intersticiales se va a seguir el método descrito en el apartado 4.2.1 *Método de comprobación de condensaciones intersticiales* del DB.

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se comprueba que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación. Para ello, se va a seguir el siguiente procedimiento de cálculo:

- Distribución de temperaturas.
- Distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas calculadas.
- Distribución de presiones de vapor.

No es necesaria la comprobación de los cerramientos en contacto con el terreno, por lo cual, en el caso de estudio no se comprobará ningún cerramiento del sótano.

A continuación, se deja en las siguientes tablas un resumen de los cálculos realizados para cada muro.



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 3.3.1 Fachada Principal

#### 3.3.1.1 Distribución de temperaturas

Material	R (m <sup>2</sup> K/W)	Temperaturas (°C)
Piedra arenisca de mampostería	0,15384615	6,862215788
Poliestireno aislante	2	17,82158503
Ladrillo hueco	0,25	19,19150618
Enlucido de yeso	0,01754386	19,287641
Resistencia superficial exterior	0,04	6,019187385
Resistencia superficial interior	0,13	20
Resistencia total	2,59139001	

Ilustración 38 Distribución de temperaturas fachada principal

#### 3.3.1.2 Distribución de presiones de vapor de saturación

Material	Temperaturas (°C)	P <sub>sat</sub> (Pa)
Piedra arenisca de mampostería	6,862215788	991,903808
Poliestireno aislante	17,82158503	2039,80359
Ladrillo hueco	19,19150618	2222,52568
Enlucido de yeso	19,287641	2235,86963
Resistencia superficial exterior	6,019187385	935,86926
Resistencia superficial interior	20	2336,95114

Ilustración 39 Distribución de presiones de vapor de saturación fachada principal

#### 3.3.1.3 Distribución de presiones de vapor

Material	e (m)	μ	Sd (m)	P <sub>capa</sub> (Pa)
Piedra arenisca de mampostería	0,2	50	10	1184,67872
Poliestireno aislante	0,06	20	1,2	1243,8813
Ladrillo hueco	0,08	10	0,8	1283,34968
Enlucido de yeso	0,01	4	0,04	1285,3231
Resistencia superficial exterior	-	-	-	691,3239
Resistencia superficial interior	-	-	-	1285,3231
S <sub>d</sub> Total			12,04	

Ilustración 40 Distribución de presiones de vapor fachada principal

### 3.3.2 Fachada Trasera

#### 3.3.2.1 Distribución de temperaturas

Material	R (m <sup>2</sup> K/W)	Temperaturas (°C)
Ladrillo termoarcilla	0,8	9,840883696
Poliestireno aislante	1,71428571	18,08758512
Ladrillo hueco	0,25	19,29022908
Enlucido de yeso	0,01754386	19,37462514
Resistencia superficial exterior	0,04	5,992423033
Resistencia superficial interior	0,13	20
Resistencia total	2,95182957	

Ilustración 41 Distribución de temperaturas fachada trasera

### 3.3.2.2 Distribución de presiones de vapor de saturación

Material	Temperaturas (°C)	P <sub>sat</sub> (Pa)
Ladrillo termoarcilla	9,840883696	1214,28568
Poliestireno aislante	18,08758512	2074,21687
Ladrillo hueco	19,29022908	2236,22983
Enlucido de yeso	19,37462514	2248,00376
Resistencia superficial exterior	5,992423033	934,136934
Resistencia superficial interior	20	2336,95114

Ilustración 42 Distribución de presiones de vapor de saturación fachada trasera

### 3.3.2.3 Distribución de presiones de vapor

Material	e (m)	μ	Sd (m)	P <sub>capa</sub> (Pa)
Ladrillo termoarcilla	0,2	10	2	985,38291
Poliestireno aislante	0,06	20	1,2	1161,81832
Ladrillo hueco	0,08	10	0,8	1279,44192
Enlucido de yeso	0,01	4	0,04	1285,3231
Resistencia superficial exterior	-	-	-	691,3239
Resistencia superficial interior	-	-	-	1285,3231
S <sub>d</sub> Total			4,04	

Ilustración 43 Distribución de presiones de vapor fachada trasera

## 3.3.3 Fachada lateral en contacto con el exterior

### 3.3.3.1 Distribución de temperaturas

Material	R (m <sup>2</sup> K/W)	Temperaturas (°C)
Ladrillo termoarcilla	0,25	11,70357143
Poliestireno aislante	0,01754386	12,06071429
Ladrillo hueco	0,13	14,70714286
Enlucido de yeso	0,13	17,35357143
Resistencia superficial exterior	0,04	6,614285714
Resistencia superficial interior	0,13	20
Resistencia total	0,69754386	

Ilustración 44 Distribución de temperaturas fachada lateral en contacto con exterior

### 3.3.3.2 Distribución de presiones de vapor de saturación

Material	Temperaturas (°C)	P <sub>sat</sub> (Pa)
Ladrillo termoarcilla	11,70357143	1374,64292
Poliestireno aislante	12,06071429	1407,42916
Ladrillo hueco	14,70714286	1672,53805
Enlucido de yeso	17,35357143	1980,46733
Resistencia superficial exterior	6,614285714	975,125478
Resistencia superficial interior	20	2336,95114

Ilustración 45 Distribución de presiones de vapor de saturación fachada lateral en contacto con exterior

### 3.3.3.3 Distribución de presiones de vapor

Material	e (m)	$\mu$	Sd (m)	P <sub>capa</sub> (Pa)
Ladrillo termoarcilla	0,2	10	2	985,38291
Poliestireno aislante	0,06	20	1,2	1161,81832
Ladrillo hueco	0,08	10	0,8	1279,44192
Enlucido de yeso	0,01	4	0,04	1285,3231
Resistencia superficial exterior	-	-	-	691,3239
Resistencia superficial interior	-	-	-	1285,3231
S <sub>d</sub> Total			4,04	

Ilustración 46 Distribución de presiones de vapor fachada lateral en contacto con exterior

### 3.3.4 Comprobación de Condensaciones

Como ya se ha comentado antes, para que no se produzcan condensaciones, la presión de vapor en cada capa debe ser inferior a la presión de vapor de saturación.

A continuación, se muestran las tablas comparativas.

#### 3.3.4.1 Fachada principal

Material	P <sub>capa</sub> (Pa)	P <sub>sat</sub> (Pa)
Piedra arenisca de mampostería	1184,67872	991,903808
Poliestireno aislante	1243,8813	2039,80359
Ladrillo hueco	1283,34968	2222,52568
Enlucido de yeso	1285,3231	2235,86963
Resistencia superficial exterior	691,3239	935,86926
Resistencia superficial interior	1285,3231	2336,95114

Ilustración 47 Comprobación condensaciones fachada principal

#### 3.3.4.2 Fachada trasera

Material	P <sub>capa</sub> (Pa)	P <sub>sat</sub> (Pa)
Ladrillo termoarcilla	985,38291	1214,28568
Poliestireno aislante	1161,81832	2074,21687
Ladrillo hueco	1279,44192	2236,22983
Enlucido de yeso	1285,3231	2248,00376
Resistencia superficial exterior	691,3239	934,136934
Resistencia superficial interior	1285,3231	2336,95114

Ilustración 48 Comprobación condensaciones fachada trasera

#### 3.3.4.3 Fachada lateral en contacto con el exterior

Material	P <sub>capa</sub> (Pa)	P <sub>sat</sub> (Pa)
Ladrillo termoarcilla	985,38291	1374,64292
Poliestireno aislante	1161,81832	1407,42916
Ladrillo hueco	1279,44192	1672,53805
Enlucido de yeso	1285,3231	1980,46733
Resistencia superficial exterior	691,3239	975,125478
Resistencia superficial interior	1285,3231	2336,95114

Ilustración 49 Comprobación condensaciones fachada lateral en contacto con exterior



UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Anexo II: Cálculo de cargas térmicas de calefacción

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**





## Índice Anexo II

1	CONDICIONES DE CÁLCULO .....	7
2	CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN .....	7
2.1	Cálculo de pérdidas por transmisión .....	8
2.2	Cálculo de pérdidas por ventilación .....	8
2.3	Sótano.....	9
2.3.1	Aseo .....	9
2.3.2	Paso .....	9
2.3.3	Trastero .....	10
2.3.4	Merendero .....	10
2.4	Primera Planta .....	11
2.4.1	Salón .....	11
2.4.2	Cocina .....	11
2.4.3	Distribuidor .....	12
2.4.4	Paso .....	12
2.4.5	Aseo .....	13
2.4.6	Lavadero .....	13
2.4.7	Baño 1 .....	14
2.4.8	Dormitorio 1 .....	15
2.5	Segunda Planta .....	15
2.5.1	Dormitorio 2.....	15
2.5.2	Baño 2.....	16
2.5.3	Distribuidor .....	16
2.5.4	Paso .....	17
2.5.5	Baño 3.....	17
2.5.6	Dormitorio 3.....	18
2.5.7	Escalera .....	18
2.5.8	Dormitorio 4.....	19
2.6	Resumen Cargas de Calefacción .....	20



## Índice de Tablas

Tabla 1 Condiciones del proyecto .....	7
Tabla 2 Resumen transmitancias térmicas .....	7
Tabla 3 Pérdidas por transmisión aseo .....	9
Tabla 4 Pérdidas por ventilación aseo .....	9
Tabla 5 Total pérdidas aseo .....	9
Tabla 6 Pérdidas por transmisión paso .....	9
Tabla 7 Pérdidas por ventilación paso .....	9
Tabla 8 Total pérdidas paso .....	10
Tabla 9 Pérdidas por transmisión Trastero .....	10
Tabla 10 Pérdidas por ventilación Trastero .....	10
Tabla 11 Total pérdidas Trastero .....	10
Tabla 12 Pérdidas por transmisión merendero .....	10
Tabla 13 Pérdidas por ventilación merendero .....	10
Tabla 14 Total pérdidas merendero .....	11
Tabla 15 Pérdidas por transmisión salón .....	11
Tabla 16 Pérdidas por ventilación salón .....	11
Tabla 17 Total pérdidas salón .....	11
Tabla 18 Pérdidas por transmisión cocina .....	11
Tabla 19 Pérdidas por ventilación cocina .....	12
Tabla 20 Total pérdidas cocina .....	12
Tabla 21 Pérdidas por transmisión distribuidor .....	12
Tabla 22 Pérdidas por ventilación distribuidor .....	12
Tabla 23 Total pérdidas distribuidor .....	12
Tabla 24 Pérdidas por transmisión paso .....	12
Tabla 25 Pérdidas por ventilación paso .....	13
Tabla 26 Total pérdidas paso .....	13
Tabla 27 Pérdidas por transmisión aseo .....	13
Tabla 28 Pérdidas por ventilación aseo .....	13
Tabla 29 Total pérdidas aseo .....	13
Tabla 30 Pérdidas por transmisión lavadero .....	13
Tabla 31 Pérdidas por ventilación lavadero .....	14
Tabla 32 Total pérdidas lavadero .....	14
Tabla 33 Pérdidas por transmisión baño 1 .....	14
Tabla 34 Pérdidas por ventilación baño 1 .....	14
Tabla 35 Total pérdidas baño 1 .....	14
Tabla 36 Pérdidas por transmisión dormitorio 1 .....	15
Tabla 37 Pérdidas por ventilación dormitorio 1 .....	15
Tabla 38 Total pérdidas dormitorio 1 .....	15
Tabla 39 Pérdidas por transmisión dormitorio 2 .....	15
Tabla 40 Pérdidas por ventilación dormitorio 2 .....	15
Tabla 41 Total pérdidas dormitorio 2 .....	16
Tabla 42 Pérdidas por transmisión baño 2 .....	16
Tabla 43 Pérdidas por ventilación baño 2 .....	16
Tabla 44 Total pérdidas baño 2 .....	16





Tabla 45 Pérdidas por transmisión distribuidor .....	16
Tabla 46 Pérdidas por ventilación distribuidor.....	16
Tabla 47 Total pérdidas distribuidor .....	17
Tabla 48 Pérdidas por transmisión paso.....	17
Tabla 49 Pérdidas por ventilación paso .....	17
Tabla 50 Total pérdidas paso.....	17
Tabla 51 Pérdidas por transmisión baño 3.....	17
Tabla 52 Pérdidas por ventilación baño 3 .....	17
Tabla 53 Total pérdidas baño 3.....	18
Tabla 54 Pérdidas por transmisión dormitorio 3.....	18
Tabla 55 Pérdidas por ventilación dormitorio 3 .....	18
Tabla 56 Total pérdidas dormitorio 3.....	18
Tabla 57 Pérdidas por transmisión escalera .....	18
Tabla 58 Pérdidas por ventilación escalera .....	19
Tabla 59 Total pérdidas escalera .....	19
Tabla 60 Pérdidas por transmisión dormitorio 4.....	19
Tabla 61 Pérdidas por ventilación dormitorio 4 .....	19
Tabla 62 Total pérdidas dormitorio 4.....	19
Tabla 63 Resumen cargas de calefacción .....	20





## 1 CONDICIONES DE CÁLCULO

En este apartado se mostrarán los datos previos necesarios para realizar el cálculo de las cargas térmicas de la vivienda unifamiliar.

Las condiciones interiores para garantizar el confort de los ocupantes de la vivienda han sido obtenidas del RITE, que hace referencia a la norma UNE EN ISO 7730.

Para establecer las condiciones exteriores se utiliza el documento del IDEA, Guía Técnica para condiciones climáticas exteriores del proyecto.

En la siguiente tabla se recogen las condiciones del proyecto:

CONDICIONES DEL PROYECTO	
Término Municipal	Murillo de Río Leza
Latitud (grados)	42,403°
Altitud sobre el nivel del mar	411 m
Temperatura interior de cálculo (invierno)	21°C
Percentil para invierno	99,60%
Temperatura seca en invierno	- 3°C
Humedad relativa interior	55%
Temperatura del terreno	5,7°C

Tabla 1 Condiciones del proyecto

A continuación, se muestran las transmitancias térmicas de los distintos cerramientos y huecos que componen la envolvente térmica de la vivienda:

RESUMEN TRANSMITANCIAS TÉRMICAS			
Cerramiento	U (W/m <sup>2</sup> K)	Huevo	U (W/m <sup>2</sup> K)
Fachada Principal	0,38589328	Primer Piso Salón	2,78030426
Fachada Trasera	0,33877295	Primer Piso Cocina	2,75762252
Fachadas Laterales	0,41963805	Primer Piso Baño 1	2,76314797
Muros Sótano	0,72	Primer Piso Dormitorio 1	2,76718845
Suelo Sótano	0,432116	Segundo Piso Dormitorio 3	2,80172459
Partición Baño 1/Escalera	0,2392409	Segundo Piso Dormitorio 4	2,74324577
Partición Salón/Escalera	0,26615365	Segundo Piso Baño 2	2,76314797
Suelo 1º/Lonja	0,39424895	Segundo Piso Dormitorio 2	2,79969669
Techo Sótano/Lonja	0,34269474		
Techo 2º/Cubierta	0,09137601		

Tabla 2 Resumen transmitancias térmicas

## 2 CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción se ha tomado como referencia el libro Manual de calefacción de Luis Jutglar, Ángel Luis Miranda y Miguel Villarubia. Dicho manual no contempla los puentes térmicos en el cálculo de las pérdidas por transmisión, y como no he adquirido los conocimientos para realizar su cálculo, no se contemplan los puentes térmicos de la vivienda en este proyecto.



Para establecer la temperatura exterior de invierno se ha utilizado el percentil 99,6 % y se han recogido los datos de la Guía Técnica del IDEA.

Temperatura interior de confort: 21 °C

Temperatura seca en invierno: -3 °C

Temperatura del terreno: 5,7 °C

La carga térmica de calefacción se calcula como la suma de las pérdidas por transmisión y las pérdidas por ventilación:

$$Q_{Total} = Q_{Transmisión} + Q_{ventilación}$$

## 2.1 Cálculo de pérdidas por transmisión

Las pérdidas por transmisión se calculan atendiendo a la siguiente fórmula:

$$Q_{Transmisión} = f_p \cdot f_o \cdot U \cdot S \cdot (T_i - T_e)$$

Donde:

- $f_p$  es el factor correspondiente a los puentes térmicos.
- $f_o$  es el factor en función de la orientación del cerramiento.
- $U$  es la transmitancia térmica del cerramiento ( $W/m^2K$ ).
- $S$  es la superficie del cerramiento ( $m^2$ ).
- $T_i$  es la temperatura interior de la vivienda en invierno ( $^{\circ}C$ ).
- $T_e$  es la temperatura del ambiente exterior en invierno ( $^{\circ}C$ ).

Para el factor orientación se han utilizado los siguientes valores:

- Norte: 1,15
- Sur: 1
- Este: 1,10
- Oeste: 1,05

## 2.2 Cálculo de pérdidas por ventilación

Las pérdidas por ventilación se calculan atendiendo a la siguiente fórmula:

$$Q_{ventilación} = V \cdot N \cdot 0,34 \cdot (T_i - T_e)$$

Donde:

- $V$  es el volumen del espacio habitable ( $m^3$ ).
- $N$  es el número de renovaciones por hora (renovaciones/hora).
- 0,34 es el calor específico del aire ( $W/m^3^{\circ}C$ ).
- $T_i$  es la temperatura interior de la vivienda en invierno ( $^{\circ}C$ ).
- $T_e$  es la temperatura del ambiente exterior en invierno ( $^{\circ}C$ ).

El número de renovaciones por hora se ha impuesto siguiendo el siguiente criterio:

- Cocinas y baños: 1,5



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

- Locales con puerta (o ventana) al exterior: 1,2
- Resto de locales: 1,1

### 2.3 Sótano

#### 2.3.1 Aseo

##### 2.3.1.1 Pérdidas por transmisión

Aseo								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	2,695	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Muro en contacto con terreno	5,2675	0,7200	1	5,7	21	15,3	58,0268
Este	Partición interior con habitable	3,43	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Muro en contacto con terreno	3,43	0,7200	1	5,7	21	15,3	37,7849
Techo	Techo con no habitable	2,87	0,3427	1	-3	21	24	23,6048
Suelo	Suelo en contacto con terreno	2,87	0,4321	1	5,7	21	15,3	18,9746
TOTAL								138,3911

Tabla 3 Pérdidas por transmisión aseo

##### 2.3.1.2 Pérdidas por ventilación

Aseo						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	7,0315	1,5	-3	21	24	86,0656

Tabla 4 Pérdidas por ventilación aseo

##### 2.3.1.3 Total de pérdidas

Aseo		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
138,3911	86,0656	224,45668

Tabla 5 Total pérdidas aseo

#### 2.3.2 Paso

##### 2.3.2.1 Pérdidas por transmisión

Paso								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	2,205	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Partición interior con habitable	2,695	3,5077	1	21	21	0	0
Este	Partición interior con habitable	0	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Muro en contacto con terreno	2,205	0,72	1	5,7	21	15,3	24,2903
Techo	Techo con no habitable	1,72	0,3427	1	-3	21	24	14,1464
Suelo	Suelo en contacto con terreno	1,72	0,4321	1	5,7	21	15,3	11,3716
TOTAL								49,8083

Tabla 6 Pérdidas por transmisión paso

##### 2.3.2.2 Pérdidas por ventilación

Paso						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	4,214	1,1	-3	21	24	37,8249

Tabla 7 Pérdidas por ventilación paso



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.3.2.3 Total de pérdidas

Paso		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
49,8083	37,8249	87,6331

Tabla 8 Total pérdidas paso

### 2.3.3 Trastero

#### 2.3.3.1 Pérdidas por transmisión

Trastero								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con terreno	3,822	0,72	1	5,7	21	15,3	42,1032
Sur	Partición interior con habitable	2,205	3,5077	1	21	21	0	0
Este	Partición interior con habitable	6,0515	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Muro en contacto con terreno	6,1005	0,72	1	5,7	21	15,3	67,2031
Techo	Techo con no habitable	4,22	0,3427	1	-3	21	24	34,7081
Suelo	Suelo en contacto con terreno	4,22	0,4321	1	5,7	21	15,3	27,9000
TOTAL								171,9144

Tabla 9 Pérdidas por transmisión Trastero

#### 2.3.3.2 Pérdidas por ventilación

Trastero						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	10,339	1,1	-3	21	24	92,8029

Tabla 10 Pérdidas por ventilación Trastero

#### 2.3.3.3 Total de pérdidas

Trastero		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
171,9144	92,8029	264,71725

Tabla 11 Total pérdidas Trastero

### 2.3.4 Merendero

#### 2.3.4.1 Pérdidas por transmisión

Merendero								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con terreno	30,345	0,72	1	5,7	21	15,3	334,2805
Sur	Muro en contacto con terreno	30,2175	0,72	1	5,7	21	15,3	332,8760
Este	Muro en contacto con terreno	12,152	0,72	1	5,7	21	15,3	133,8664
Oeste	Partición interior con habitable	10,557	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo con no habitable	53,52	0,3427	1	-3	21	24	440,1845
Suelo	Suelo en contacto con terreno	53,52	0,4321	1	5,7	21	15,3	353,8408
TOTAL								1595,0482

Tabla 12 Pérdidas por transmisión merendero

#### 2.3.4.2 Pérdidas por ventilación

Merendero						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	131,124	1,1	-3	21	24	1176,96902

Tabla 13 Pérdidas por ventilación merendero



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.3.4.3 Total de pérdidas

Merendero		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
1595,04824	1176,9690	2772,0173

Tabla 14 Total pérdidas merendero

## 2.4 Primera Planta

### 2.4.1 Salón

#### 2.4.1.1 Pérdidas por transmisión

Salón								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	14,688	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Muro en contacto con edificio	14,013	0,4196	1	21	21	0	0
Este	Muro en contacto con exterior	6,885	0,3859	1,1	-3	21	24	70,1415
Oeste	Partición interior con no habitable	8,586	0,2662	1	-3	21	24	54,8447
Techo	Techo con habitable	22,51	0	1	21	21	0	0
Suelo	Suelo con no habitable	22,51	0,3942	1	-3	21	24	212,9891
Este	Ventana	1,97	2,78	1,1	-3	21	24	144,5822
TOTAL								482,5575

Tabla 15 Pérdidas por transmisión salón

#### 2.4.1.2 Pérdidas por ventilación

Salón						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	60,777	1,2	-3	21	24	595,1284

Tabla 16 Pérdidas por ventilación salón

### 2.4.1.3 Total de pérdidas

Salón		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
482,5575	595,1284	1077,6859

Tabla 17 Total pérdidas salón

### 2.4.2 Cocina

#### 2.4.2.1 Pérdidas por transmisión

Cocina								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con edificio	11,745	0,4196	1	21	21	0	0
Sur	Partición interior con habitable	12,285	3,5077	1	21	21	0	0
Este	Muro en contacto con exterior	4,806	0,3859	1,1	-3	21	24	48,9615
Oeste	Partición interior con habitable	4,023	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo con habitable	11,64	0	1	21	21	0	0
Suelo	Suelo con no habitable	11,64	0,3942	1	-3	21	24	110,1374
Este	Ventana	3,25975	2,7576	1,1	-3	21	24	237,3119
TOTAL								396,4108

Tabla 18 Pérdidas por transmisión cocina



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.4.2.2 Pérdidas por ventilación

Cocina						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	31,428	1,5	-3	21	24	384,6787

Tabla 19 Pérdidas por ventilación cocina

### 2.4.2.3 Total de pérdidas

Cocina		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
396,410795	384,6787	781,08952

Tabla 20 Total pérdidas cocina

## 2.4.3 Distribuidor

### 2.4.3.1 Pérdidas por transmisión

Distribuidor								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	5,832	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Puerta	1,584	0,8624	1	-3	21	24	32,7850
Este	Partición interior con habitable	2,376	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Partición interior con habitable	1,35	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo con habitable	5,32	0	1	21	21	0	0
Suelo	Suelo con no habitable	5,32	0,3942	1	-3	21	24	50,3377
TOTAL								83,1227

Tabla 21 Pérdidas por transmisión distribuidor

### 2.4.3.2 Pérdidas por ventilación

Distribuidor						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	14,364	1,1	21	21	0	0

Tabla 22 Pérdidas por ventilación distribuidor

### 2.4.3.3 Total de pérdidas

Distribuidor		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
83,1227	0	83,1227

Tabla 23 Total pérdidas distribuidor

## 2.4.4 Paso

### 2.4.4.1 Pérdidas por transmisión

Paso								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con edificio	2,43	0,4196	1	21	21	0	0
Sur		0	0	1	0		0	0
Este	Partición interior con habitable	4,428	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Partición interior con habitable	2,376	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo con habitable	2,31	0	1	21	21	0	0
Suelo	Suelo con no habitable	2,31	0,3942	1	-3	21	24	21,8572
TOTAL								21,8572

Tabla 24 Pérdidas por transmisión paso





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.4.4.2 Pérdidas por ventilación

Paso						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	6,237	1,1	-3	21	24	55,9833

Tabla 25 Pérdidas por ventilación paso

### 2.4.4.3 Total de pérdidas

Paso		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
21,8572	55,9833	77,8405

Tabla 26 Total pérdidas paso

## 2.4.5 Aseo

### 2.4.5.1 Pérdidas por transmisión

Aseo								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	5,67	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Partición interior con habitable	5,67	3,5077	1	21	21	0	0
Este	Partición interior con habitable	0,621	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Partición interior con habitable	2,97	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo con habitable	2,22	0	1	21	21	0	0
Suelo	Suelo con no habitable	2,22	0,3942	1	-3	21	24	21,0056
TOTAL								21,0056

Tabla 27 Pérdidas por transmisión aseo

### 2.4.5.2 Pérdidas por ventilación

Aseo						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	5,994	1,5	-3	21	24	73,3666

Tabla 28 Pérdidas por ventilación aseo

### 2.4.5.3 Total de pérdidas

Aseo		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
21,0056	73,3666	94,3721

Tabla 29 Total pérdidas aseo

## 2.4.6 Lavadero

### 2.4.6.1 Pérdidas por transmisión

Lavadero								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con edificio	5,67	0,4196	1	21	21	0	0
Sur	Partición interior con habitable	5,562	3,5077	1	21	21	0	0
Este	Partición interior con habitable	1,053	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Partición interior con habitable	2,97	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo con habitable	2,52	0	1	21	21	0	0
Suelo	Suelo con no habitable	2,52	0,3942	1	-3	21	24	23,8442
TOTAL								23,8442

Tabla 30 Pérdidas por transmisión lavadero



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.4.6.2 Pérdidas por ventilación

Lavadero						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	6,804	1,1	-3	21	24	61,0727

Tabla 31 Pérdidas por ventilación lavadero

### 2.4.6.3 Total de pérdidas

Lavadero		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
23,8442	61,0727	84,9169

Tabla 32 Total pérdidas lavadero

## 2.4.7 Baño 1

### 2.4.7.1 Pérdidas por transmisión

Baño 1								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	3,051	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Muro en contacto con edificio	4,995	0,4196	1	21	21	0	0
Este	Partición interior con no habitable	6,426	0,2392	1	-3	21	24	36,8967
Oeste	Muro en contacto con exterior	4,266	0,3388	1,05	-3	21	24	36,4192
Techo	Techo con habitable	5,45	0	1	21	21	0	0
Suelo	Suelo con no habitable	5,45	0,3942	1	-3	21	24	51,5678
Oeste	Ventana	1,1671	2,7631	1,05	-3	21	24	81,2653
TOTAL								206,1489

Tabla 33 Pérdidas por transmisión baño 1

### 2.4.7.2 Pérdidas por ventilación

Baño 1						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	14,715	1,5	-3	21	24	180,1116

Tabla 34 Pérdidas por ventilación baño 1

### 2.4.7.3 Total de pérdidas

Baño 1		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
206,1489	180,1116	386,26054

Tabla 35 Total pérdidas baño 1



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.4.8 Dormitorio 1

#### 2.4.8.1 Pérdidas por transmisión

Dormitorio 1								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con edificio	6,939	0,4196	1	21	21	0	0
Sur	Muro en contacto con exterior	3,969	0,3388	1	-3	21	24	32,2702
Este	Partición interior con habitable	6,372	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Muro en contacto con exterior	9,369	0,3388	1,05	-3	21	24	79,9839
Techo	Techo con habitable	18,32	0	1	21	21	0	0
Suelo	Suelo con no habitable	18,32	0,3942	1	-3	21	24	173,3434
Sur	Ventana	2,9514	2,7671	1	-3	21	24	196,0037
TOTAL								481,6011

Tabla 36 Pérdidas por transmisión dormitorio 1

#### 2.4.8.2 Pérdidas por ventilación

Dormitorio 1						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	49,464	1,2	-3	21	24	484,3515

Tabla 37 Pérdidas por ventilación dormitorio 1

#### 2.4.8.3 Total de pérdidas

Dormitorio 1		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
481,6011	484,3515	965,95256

Tabla 38 Total pérdidas dormitorio 1

## 2.5 Segunda Planta

### 2.5.1 Dormitorio 2

#### 2.5.1.1 Pérdidas por transmisión

Dormitorio 2								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con edificio	7,0418	0,4196	1	21	21	0	0
Sur	Muro en contacto con exterior	4,0278	0,3388	1	-3	21	24	32,7482
Este	Partición interior con habitable	6,4664	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Muro en contacto con exterior	9,5078	0,3388	1,05	-3	21	24	81,1688
Techo	Techo en contacto con cubierta	18,32	0,0914	1	-3	21	24	40,1762
Suelo	Suelo en contacto con habitable	18,32		1	21	21	0	0
Sur	Ventana	1,7144	2,7997	1	-3	21	24	115,1953
TOTAL								269,2886

Tabla 39 Pérdidas por transmisión dormitorio 2

#### 2.5.1.2 Pérdidas por ventilación

Dormitorio 2						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	50,1968	1,2	-3	21	24	491,5271

Tabla 40 Pérdidas por ventilación dormitorio 2



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.5.1.3 Total de pérdidas

Dormitorio 2		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
269,2886	491,5271	760,8157

Tabla 41 Total pérdidas dormitorio 2

### 2.5.2 Baño 2

#### 2.5.2.1 Pérdidas por transmisión

Baño 2								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	2,9592	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Muro en contacto con edificio	5,069	0,4196	1	21	21	0	0
Este	Partición interior con habitable	6,5212	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Muro en contacto con exterior	4,3566	0,3388	1,05	-3	21	24	37,1926
Techo	Techo en contacto con cubierta	5,42	0,0914	1	-3	21	24	11,8862
Suelo	Suelo en contacto con habitable	5,42		1	21	21	0	0
Oeste	Ventana	1,1671	2,7631	1,05	-3	21	24	81,2653
TOTAL								130,3441

Tabla 42 Pérdidas por transmisión baño 2

#### 2.5.2.2 Pérdidas por ventilación

Baño 2						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	14,8508	1,5	-3	21	24	181,7738

Tabla 43 Pérdidas por ventilación baño 2

### 2.5.2.3 Total de pérdidas

Baño 2		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
130,3441	181,7738	312,11793

Tabla 44 Total pérdidas baño 2

### 2.5.3 Distribuidor

#### 2.5.3.1 Pérdidas por transmisión

Distribuidor								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	5,9184	3,5077	1	21	21	0	0
Sur		0	0	1	0	0	0	0
Este		0	0	1	0	0	0	0
Oeste	Partición interior con habitable	1,37	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo en contacto con cubierta	5,48	0,0914	1	-3	21	24	12,0178
Suelo	Suelo en contacto con habitable	5,48		1	21	21	0	0
TOTAL								12,0178

Tabla 45 Pérdidas por transmisión distribuidor

#### 2.5.3.2 Pérdidas por ventilación

Distribuidor						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	15,0152	1,1	21	21	0	0

Tabla 46 Pérdidas por ventilación distribuidor



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.5.3.3 Total de pérdidas

Distribuidor		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
12,0178	0	12,0178

Tabla 47 Total pérdidas distribuidor

### 2.5.4 Paso

#### 2.5.4.1 Pérdidas por transmisión

Paso								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con edificio	2,466	0,4196	1	21	21	0	0
Sur		0	0	1	0	0	0	0
Este	Partición interior con habitable	6,4116	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Partición interior con habitable	4,795	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo en contacto con cubierta	2,31	0,0914	1	-3	21	24	5,0659
Suelo	Suelo en contacto con habitable	2,31		1	21	21	0	0
TOTAL								5,0659

Tabla 48 Pérdidas por transmisión paso

#### 2.5.4.2 Pérdidas por ventilación

Paso						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	6,3294	1,1	-3	21	24	56,8127

Tabla 49 Pérdidas por ventilación paso

### 2.5.4.3 Total de pérdidas

Paso		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
5,0659	56,8127	61,8786

Tabla 50 Total pérdidas paso

### 2.5.5 Baño 3

#### 2.5.5.1 Pérdidas por transmisión

Baño 3								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con edificio	5,6444	0,4196	1	21	21	0	0
Sur	Partición interior con habitable	5,5348	3,5077	1	21	21	0	0
Este	Partición interior con habitable	4,521	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Partición interior con habitable	6,1376	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo en contacto con cubierta	4,77	0,0914	1	-3	21	24	10,4607
Suelo	Suelo en contacto con habitable	4,77		1	21	21	0	0
TOTAL								10,4607

Tabla 51 Pérdidas por transmisión baño 3

#### 2.5.5.2 Pérdidas por ventilación

Baño 3						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	13,0698	1,5	-3	21	24	159,9744

Tabla 52 Pérdidas por ventilación baño 3



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.5.5.3 Total de pérdidas

Baño 3		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
10,4607	159,9744	170,43508

Tabla 53 Total pérdidas baño 3

### 2.5.6 Dormitorio 3

#### 2.5.6.1 Pérdidas por transmisión

Dormitorio 3								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Muro en contacto con edificio	14,2206	0,4196	1	21	21	0	0
Sur	Partición interior con habitable	14,7686	3,5077	1	21	21	0	0
Este	Muro en contacto con exterior	5,0964	0,3859	1,1	-3	21	24	51,9200
Oeste	Partición interior con habitable	6,2746	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo en contacto con cubierta	18,28	0,0914	1	-3	21	24	40,0885
Suelo	Suelo en contacto con habitable	18,28		1	21	21	0	0
Este	Ventana	1,414825	2,8017	1,1	-3	21	24	104,6474
TOTAL								196,6558

Tabla 54 Pérdidas por transmisión dormitorio 3

#### 2.5.6.2 Pérdidas por ventilación

Dormitorio 3						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	50,0872	1,2	-3	21	24	490,4539

Tabla 55 Pérdidas por ventilación dormitorio 3

#### 2.5.6.3 Total de pérdidas

Dormitorio 3		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
196,6558	490,4539	687,1097

Tabla 56 Total pérdidas dormitorio 3

### 2.5.7 Escalera

#### 2.5.7.1 Pérdidas por transmisión

Escalera								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	2,329	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Muro en contacto con edificio	8,3844	0,4196	1	21	21	0	0
Este	Partición interior con habitable	6,302	3,5077	1	21	21	0	0
Oeste	Partición interior con habitable	6,302	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo en contacto con cubierta	15,02	0,0914	1	-3	21	24	32,9392
Suelo	Suelo en contacto con habitable	15,02		1	21	21	0	0
TOTAL								32,9392

Tabla 57 Pérdidas por transmisión escalera



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 2.5.7.2 Pérdidas por ventilación

Escalera						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	41,1548	1,1	21	21	0	0

Tabla 58 Pérdidas por ventilación escalera

### 2.5.7.3 Total de pérdidas

Escalera		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
32,9392	0	32,9392

Tabla 59 Total pérdidas escalera

## 2.5.8 Dormitorio 4

### 2.5.8.1 Pérdidas por transmisión

Dormitorio 4								
Fachada	Tipo de Cerramiento	Área (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>o</sub>	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)
Norte	Partición interior con habitable	12,467	3,5077	1	21	21	0	0
Sur	Muro en contacto con edificio	11,919	0,4196	1	21	21	0	0
Este	Muro en contacto con exterior	6,6308	0,3859	1,1	-3	21	24	67,5518
Oeste	Partición interior con habitable	5,48	3,5077	1	21	21	0	0
Techo	Techo en contacto con cubierta	15,02	0,0914	1	-3	21	24	32,9392
Suelo	Suelo en contacto con habitable	15,02		1	21	21	0	0
Este	Ventana	2,83045	2,7432	1,1	-3	21	24	204,9825
TOTAL								305,473596

Tabla 60 Pérdidas por transmisión dormitorio 4

### 2.5.8.2 Pérdidas por ventilación

Dormitorio 4						
Cv (W/m <sup>3</sup> °C)	Volumen (m <sup>3</sup> )	N (ren/h)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>int</sub> (°C)	ΔT (°C)	Qv (W)
0,34	41,1548	1,2	-3	21	24	402,987802

Tabla 61 Pérdidas por ventilación dormitorio 4

### 2.5.8.3 Total de pérdidas

Dormitorio 4		
Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
305,473596	402,9878	708,4614

Tabla 62 Total pérdidas dormitorio 4



## 2.6 Resumen Cargas de Calefacción

RESUMEN CARGAS DE CALEFACCIÓN				
Planta	Estancia	Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
Sótano	Aseo	138,3911	86,0656	224,4567
	Paso	49,8083	37,8249	87,6331
	Merendero	1595,0482	1176,9690	2772,0173
	Trastero	171,9144	92,8029	264,7172
Primera Planta	Salón	482,5575	595,1284	1077,6859
	Cocina	396,4108	384,6787	781,0895
	Paso	21,8572	55,9833	77,8405
	Distribuidor	83,1227	0	83,1227
	Aseo	21,0056	73,3666	94,3721
	Lavadero	23,8442	61,0727	84,9169
	Dormitorio 1	481,6011	484,3515	965,9526
	Baño 1	206,1489	180,1116	386,2605
Segunda Planta	Dormitorio 2	269,2886	491,5271	760,8157
	Baño 2	130,3441	181,7738	312,1179
	Paso	5,0659	56,8127	61,8786
	Distribuidor	12,0178	0	12,0178
	Baño 3	10,4607	159,9744	170,4351
	Dormitorio 3	196,6558	490,4539	687,1097
	Escalera	32,9392	0	32,9392
	Dormitorio 4	305,4736	402,9878	708,4614
TOTAL				9645,8404

Tabla 63 Resumen cargas de calefacción





UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Anexo III: Instalación de A.C.S.

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**





## Índice Anexo III

1	DATOS PREVIOS .....	5
2	CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ACS .....	5
3	CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA .....	6
4	CÁLCULO CAUDALES INSTANTÁNEO .....	7
4.1	Aparatos de la vivienda.....	7
4.1.1	Sótano .....	7
4.1.2	Primera Planta.....	7
4.1.3	Segunda Planta .....	7
4.2	Cálculo del caudal instantáneo .....	7
4.2.1	Sótano .....	8
4.2.2	Primera Planta.....	8
4.2.3	Segunda Planta .....	9
4.2.4	Total Vivienda.....	9



## Índice Tablas

Tabla 1 Datos IDAE .....	5
Tabla 2 Valores mínimos de ocupación .....	6
Tabla 3 Consumo mensual de agua .....	6
Tabla 4 Demanda energética mensual .....	7
Tabla 5 Caudales instantáneos.....	8

## 1 DATOS PREVIOS

El presente proyecto se encuentra situado en la provincia de La Rioja, más concretamente en la localidad de Murillo de Río Leza. Dicha localidad se encuentra a una altura con respecto del nivel del mar de 411 m y tiene una latitud de 42, 403°.

Los datos de las diferentes temperaturas necesarios para realizar los cálculos se han obtenido de la Guía Técnica del IDAE “Guía Técnica Condiciones climáticas exteriores del proyecto”. Las temperaturas obtenidas son las siguientes:

- Temperatura seca invierno (percentil 99,6%): -3 °C
- Temperatura máxima: 40,6 °C
- Temperatura mínima: - 9,8 °C

En la siguiente tabla se recogen los datos de la temperatura ambiente, la temperatura del agua de red y la radiación global media mensual sobre superficie horizontal. Estos datos se han obtenido de dos documentos del IDAE: “Guía Técnica Condiciones climáticas exteriores del proyecto” y “Guía Técnica Agua Caliente Sanitaria Central”.

Mes	Tª Ambiente (°C)	Tª agua de red (°C)	Radiación (kWh/m <sup>2</sup> día)
Enero	5,9	7	1,6
Febrero	7	8	2,4
Marzo	10,2	10	3,7
Abril	12,1	11	4,7
Mayo	16,1	13	5,7
Junio	20,9	16	6,6
Julio	22,1	18	6,6
Agosto	22,2	18	5,8
Septiembre	18,9	16	4,5
Octubre	14,7	13	2,7
Noviembre	9	10	1,7
Diciembre	6	8	1,3

Tabla 1 Datos IDAE

## 2 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ACS

La temperatura del agua demandada se establece en 60°C, al igual que la temperatura de acumulación.

Según el CTE Anejo F “Demanda de referencia de ACS” para edificios de uso residencial privado, la demanda de referencia será de 28 litros/persona·día, y al tratarse de una vivienda unifamiliar no requiere de factor de centralización.

La ocupación de la vivienda se cálculo en función del número de dormitorios que tiene la misma, y se obtiene de la *Tabla a-Anejo F. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado*.

Tabla a-Anejo F. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 2 Valores mínimos de ocupación

La vivienda del proyecto cuenta con 4 dormitorios, por lo que, entrando en la tabla anterior, la ocupación de la casa es de 5 personas.

Con estos datos se obtiene el consumo medio de agua caliente sanitaria:

$$D(60^{\circ}\text{C}) = 28 \frac{\text{litros}}{\text{persona} \cdot \text{día}} \cdot 5 \text{ personas} = 140 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

A continuación, se muestra una tabla en la que se recoge el consumo mensual de agua para cada mes del año.

Mes	Litros/persona	Personas	Litros/Día	Nº de Días	Consumo de agua (litros)
Enero	28	5	140	31	4340
Febrero	28	5	140	28	3920
Marzo	28	5	140	31	4340
Abril	28	5	140	30	4200
Mayo	28	5	140	31	4340
Junio	28	5	140	30	4200
Julio	28	5	140	31	4340
Agosto	28	5	140	31	4340
Septiembre	28	5	140	30	4200
Octubre	28	5	140	31	4340
Noviembre	28	5	140	30	4200
Diciembre	28	5	140	31	4340
Anual					51100

Tabla 3 Consumo mensual de agua

### 3 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para calcular la demanda energética se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = D \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{uso} - T_{red})$$

Donde,

- $D_{ACS}$  es la demanda energética de ACS [kJ/día]
- $D$  es el consumo de ACS en cada mes [l/día]
- $\rho$  es la densidad del agua [1 kg/l]
- $C_p$  es el calor específico del agua [4,18 kJ/kg°C]
- $T_{uso}$  es la temperatura de consumo del agua (60 °C)
- $T_{red}$  es la temperatura del agua de red [°C]

A continuación, se muestra una tabla con los resultados mensuales obtenidos:

Mes	Litros Mensuales	$\rho$ [kg/l]	$C_p$ [kJ/kg°C]	Tuso [°C]	Tred [°C]	D [kJ/mes]	D [kWh/mes]
Enero	4340	1	4,18	60	7	961483,6	267,08
Febrero	3920	1	4,18	60	8	852051,2	236,68
Marzo	4340	1	4,18	60	10	907060	251,96
Abril	4200	1	4,18	60	11	860244	238,96
Mayo	4340	1	4,18	60	13	852636,4	236,84
Junio	4200	1	4,18	60	16	772464	214,57
Julio	4340	1	4,18	60	18	761930,4	211,65
Agosto	4340	1	4,18	60	18	761930,4	211,65
Septiembre	4200	1	4,18	60	16	772464	214,57
Octubre	4340	1	4,18	60	13	852636,4	236,84
Noviembre	4200	1	4,18	60	10	877800	243,83
Diciembre	4340	1	4,18	60	8	943342,4	262,04

Tabla 4 Demanda energética mensual

## 4 CÁLCULO CAUDALES INSTANTÁNEO

### 4.1 Aparatos de la vivienda

A continuación, se van a exponer los aparatos de la vivienda que necesitan de suministro de ACS.

#### 4.1.1 Sótano

El aseo del sótano cuenta con un lavamanos y un inodoro con cisterna. El inodoro no necesita de suministro de ACS.

El merendero cuenta con un fregadero, un lavavajillas doméstico y una lavadora doméstica.

#### 4.1.2 Primera Planta

El baño 1 de la primera planta cuenta con un inodoro con cisterna (no necesita suministro de ACS), una bañera de 1,40 m y un lavamanos.

El aseo de esta planta cuenta con un lavamanos y un inodoro con cisterna.

La cocina cuenta con lavavajillas doméstico, fregadero doméstico y una lavadora doméstica.

#### 4.1.3 Segunda Planta

Tanto el baño 2 como el baño 3 cuentan con una ducha, un lavamanos y un inodoro con cisterna.

### 4.2 Cálculo del caudal instantáneo

Entrando en el CTE-DB-HS4 en la *Tabla 2.1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato* y sumando todos los caudales de cada aparato de la vivienda, se obtiene el caudal instantáneo total de ACS de la vivienda.



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 5 Caudales instantáneos

### 4.2.1 Sótano

#### 4.2.1.1 Aseo

Como solo se tiene un lavamanos, el caudal de ACS necesario en el aseo es de 0,03 dm<sup>3</sup>/s.

#### 4.2.1.2 Merendero

En el merendero se tiene:

Fregadero: 0,10 dm<sup>3</sup>/s.

Lavavajillas: 0,10 dm<sup>3</sup>/s.

Lavadora: 0,15 dm<sup>3</sup>/s.

Total:  $Q_{\text{total}} = 0,10 + 0,10 + 0,15 = 0,35 \text{ dm}^3/\text{s}$

#### 4.2.1.3 Total Sótano

Sumando los caudales del aseo y del merendero se obtiene:

$Q_{\text{total}} = 0,35 + 0,03 = 0,38 \text{ dm}^3/\text{s}$

### 4.2.2 Primera Planta

#### 4.2.2.1 Baño 1

Para el baño 1 de la primera planta se tiene:

Bañera: 0,20 dm<sup>3</sup>/s.

Lavamanos: 0,03 dm<sup>3</sup>/s.

Total:  $Q_{\text{total}} = 0,20 + 0,03 = 0,23 \text{ dm}^3/\text{s}$





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

### 4.2.2.2 Aseo

El aseo cuenta únicamente con lavamanos, así que el caudal total es de 0,03 dm<sup>3</sup>/s.

### 4.2.2.3 Cocina

La cocina cuenta con:

Fregadero: 0,10 dm<sup>3</sup>/s.

Lavavajillas: 0,10 dm<sup>3</sup>/s.

Lavadora: 0,15 dm<sup>3</sup>/s.

Total:  $Q_{\text{total}} = 0,10 + 0,10 + 0,15 = 0,35 \text{ dm}^3/\text{s}$

### 4.2.2.4 Total Primera Planta

Sumando los caudales del baño 1, el aseo y la cocina se obtiene:

$Q_{\text{total}} = 0,35 + 0,03 + 0,23 = 0,61 \text{ dm}^3/\text{s}$

### 4.2.3 Segunda Planta

#### 4.2.3.1 Baño 2

El baño 2 cuenta con:

Ducha: 0,10 dm<sup>3</sup>/s.

Lavamanos: 0,03 dm<sup>3</sup>/s.

Total:  $Q_{\text{total}} = 0,10 + 0,03 = 0,13 \text{ dm}^3/\text{s}$

#### 4.2.3.2 Baño 3

El baño 3 cuenta con:

Ducha: 0,10 dm<sup>3</sup>/s.

Lavamanos: 0,03 dm<sup>3</sup>/s.

Total:  $Q_{\text{total}} = 0,10 + 0,03 = 0,13 \text{ dm}^3/\text{s}$

### 4.2.3.3 Total Segunda Planta

Sumando los caudales de ambos baños se obtiene:

$Q_{\text{total}} = 0,13 + 0,13 = 0,26 \text{ dm}^3/\text{s}$

### 4.2.4 Total Vivienda

Sumando los caudales de cada una de las plantas que necesitan suministro de ACS se obtiene:

$Q_{\text{total, vivienda}} = 0,26 + 0,61 + 0,38 = 1,25 \text{ dm}^3/\text{s}$ .





UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Anexo IV: Suelo Radiante

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**





## Índice Anexo IV

1	RESUMEN CARGAS TÉRMICAS .....	5
2	CONDICIONES INICIALES .....	5
3	DIMENSIONAMIENTO SUELO RADIANTE .....	5
4	FICHAS TÉCNICAS .....	8
4.1	Panel aislante ALB Acutec.....	9
4.2	Tubo Multicapa .....	10
4.3	Aditivo ALB .....	10
4.4	Junta de dilatación .....	11
4.5	Colector.....	11
4.6	Válvula de zona 2 vías .....	12



## Índice Ilustraciones

Ilustración 1 Resumen cargas de calefacción .....	5
Ilustración 2 Resumen estancias .....	6
Ilustración 3 Circuitos calculados .....	6
Ilustración 4 Temperaturas de diseño .....	7
Ilustración 5 Potencias y pérdidas.....	7
Ilustración 6 Datos hidráulicos .....	8
Ilustración 7 Datos de los colectores.....	8
Ilustración 8 Ficha técnica panel aislante.....	9
Ilustración 9 Ficha técnica tubo multicapa .....	10
Ilustración 10 Ficha técnica aditivo .....	10
Ilustración 11 Ficha técnica junta de dilatación .....	11
Ilustración 12 Ficha técnica colector .....	11
Ilustración 13 Ficha técnica válvula de zona 2 vías .....	12

## 1 RESUMEN CARGAS TÉRMICAS

A continuación, se muestra una tabla resumen de las cargas térmicas de calefacción calculadas para la vivienda unifamiliar.

RESUMEN CARGAS DE CALEFACCIÓN				
Planta	Estancia	Qt (W)	Qv (W)	Q total (W)
Sótano	Aseo	138,3911	86,0656	224,4567
	Paso	49,8083	37,8249	87,6331
	Merendero	1595,0482	1176,9690	2772,0173
	Trastero	171,9144	92,8029	264,7172
Primera Planta	Salón	482,5575	595,1284	1077,6859
	Cocina	396,4108	384,6787	781,0895
	Paso	21,8572	55,9833	77,8405
	Distribuidor	83,1227	0	83,1227
	Aseo	21,0056	73,3666	94,3721
	Lavadero	23,8442	61,0727	84,9169
	Dormitorio 1	481,6011	484,3515	965,9526
	Baño 1	206,1489	180,1116	386,2605
Segunda Planta	Dormitorio 2	269,2886	491,5271	760,8157
	Baño 2	130,3441	181,7738	312,1179
	Paso	5,0659	56,8127	61,8786
	Distribuidor	12,0178	0	12,0178
	Baño 3	10,4607	159,9744	170,4351
	Dormitorio 3	196,6558	490,4539	687,1097
	Escalera	32,9392	0	32,9392
	Dormitorio 4	305,4736	402,9878	708,4614
TOTAL				9645,8404

Ilustración 1 Resumen cargas de calefacción

## 2 CONDICIONES INICIALES

La composición de la instalación del suelo radiante tendrá los siguientes componentes:

- Tubo multicapa ALB 16x2 mm SUPERFLEX.
- Capa de mortero convencional de 0,045 m.
- El panel utilizado es ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)
- El pavimento es Cerámica/Gres.
- La superficie total a calefactar es de 193,93 m<sup>2</sup>.

## 3 DIMENSIONAMIENTO SUELO RADIANTE

Para realizar el dimensionamiento de la instalación de suelo radiante se ha utilizado un software facilitado por la empresa “ALB Sistemas”, el cual la propia empresa denomina “Software para el cálculo de sistemas de climatización radiante según la norma UNE EN 1264”.

A continuación, se va a realizar un resumen de los resultados obtenidos de dicho software.

En primer lugar, se muestra una tabla resumen de las estancias en la que se puede observar el panel de suelo radiante utilizado, así como el espesor del mortero y el tipo de pavimento, que en este caso se ha optado por poner todo el pavimento de Cerámica/Gres.

Estancia	Tipo panel	Tipo mortero (W/m <sup>2</sup> K)	Espesor mortero (mm)	Tipo pavimento (m <sup>2</sup> *K/W)
P2.DISTRIBUIDOR	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
PS.MERENDERO	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
PS. ASEO-PASO	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P1.SALON	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P1.COCINA	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P1.ASEO-DISTRIBUIDOR	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P1.BAÑO 1	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P1.DORMITORIO 1	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P2.DORMITORIO 2	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P2.BAÑO2	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P2.BAÑO3	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P2.DORMITORIO 3	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres
P2.DORMITORIO 4	ALB-ACUTEC 25mm (30° a 35°)	Convencional	45	Cerámica/Gres

*Ilustración 2 Resumen estancias*

A continuación, se muestra una tabla resumen de los circuitos utilizados para cada estancia, así como del paso de los tubos utilizados.

Estancia	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Superficie permanencia (m <sup>2</sup> )	Superficie marginal (m <sup>2</sup> )	Número circuitos	Colector	Paso tubos (mm)	Longitud circuitos (m)	Diámetro tubo (mm)
P2.DISTRIBUIDOR	7,79	7,79	-----	-----	local paso	-----	-----	-----
PS.MERENDERO	53,52	53,52	-----	7	C1	100	80,46	16
PS. ASEO-PASO	4,39	4,39	-----	1	C1	100	45,90	16
P1.SALON	22,51	22,51	-----	3	C2	100	77,03	16
P1.COCINA	11,64	11,64	-----	2	C2	100	62,20	16
P1.ASEO-DISTRIBUIDOR	8,50	8,50	-----	1	C2	100	85,00	16
P1.BAÑO 1	5,45	5,45	-----	1	C2	100	62,50	16
P1.DORMITORIO 1	18,32	18,32	-----	3	C2	100	65,07	16
P2.DORMITORIO 2	18,32	18,32	-----	3	C3	100	69,07	16
P2.BAÑO2	5,42	5,42	-----	1	C3	100	62,20	16
P2.BAÑO3	4,77	4,77	-----	1	C3	100	49,70	16
P2.DORMITORIO 3	18,28	18,28	-----	3	C3	100	64,93	16
P2.DORMITORIO 4	15,02	15,02	-----	2	C3	100	83,10	16

*Ilustración 3 Circuitos calculados*

La siguiente tabla muestra un resumen de las temperaturas utilizadas para los cálculos (temperatura del pavimento, temperatura ambiente, temperatura de impulsión), así como los colectores utilizados para cada estancia de la vivienda (se ha calculado que son necesarios tres colectores para toda la vivienda, uno por planta calefactada).





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

Estancia	Colector	Tipo estancia	Temperatura pavimento (°C)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura impulsión (°C)	Salto térmico (°C)
P2.DISTRIBUIDOR	local paso	Permanencia	-----	-----	-----	-----
PS.MERENDERO	C1	Permanencia	25,37	20,0	33,0	10,0
PS. ASEO-PASO	C1	Permanencia	26,64	20,0	33,0	7,0
P1.SALON	C2	Permanencia	25,37	20,0	33,0	10,0
P1.COCINA	C2	Permanencia	26,26	20,0	33,0	8,0
P1.ASEO-DISTRIBUIDOR	C2	Permanencia	27,34	20,0	33,0	5,0
P1.BAÑO 1	C2	Permanencia	26,64	20,0	33,0	7,0
P1.DORMITORIO 1	C2	Permanencia	27,34	20,0	33,0	5,0
P2.DORMITORIO 2	C3	Permanencia	25,37	20,0	33,0	10,0
P2.BAÑO2	C3	Permanencia	25,84	20,0	33,0	9,0
P2.BAÑO3	C3	Permanencia	25,37	20,0	33,0	10,0
P2.DORMITORIO 3	C3	Permanencia	25,37	20,0	33,0	10,0
P2.DORMITORIO 4	C3	Permanencia	25,37	20,0	33,0	10,0

*Ilustración 4 Temperaturas de diseño*

A continuación, se muestra una tabla resumen de las potencias y pérdidas calculadas para cada estancia de la vivienda.

Estancia	Potencia entregada útil (W/m2)	Pérdidas hacia abajo (W/m2)	Demanda a fuente calor (W/m2)
P2.DISTRIBUIDOR	-----	-----	-----
PS.MERENDERO	57,28	11,63	68,90
PS. ASEO-PASO	76,04	13,77	89,81
P1.SALON	57,28	6,54	63,82
P1.COCINA	70,32	8,03	78,35
P1.ASEO-DISTRIBUIDOR	86,50	9,88	96,37
P1.BAÑO 1	76,04	8,68	84,72
P1.DORMITORIO 1	86,50	9,88	96,37
P2.DORMITORIO 2	57,28	6,54	63,82
P2.BAÑO2	64,13	7,32	71,46
P2.BAÑO3	57,28	6,54	63,82
P2.DORMITORIO 3	57,28	6,54	63,82
P2.DORMITORIO 4	57,28	6,54	63,82

*Ilustración 5 Potencias y pérdidas*

Los datos hidráulicos de los circuitos se muestran en la siguiente tabla, pudiéndose observar el caudal medio de cada circuito, así como la pérdida de carga por circuito.

Estancia	Colector	Número circuitos	Caudal medio circuito (l/h)	Pérdida carga por circuito (Pa)	Posición detentor monogiro
P2.DISTRIBUIDOR	local paso	-----	-----	-----	-----
PS.MERENDERO	C1	7	45,00	2.011	-----
PS. ASEO-PASO	C1	1	48,00	1.258	-----
P1.SALON	C2	3	41,00	1.618	-----
P1.COCINA	C2	2	49,00	1.754	-----
P1.ASEO-DISTRIBUIDOR	C2	1	141,00	13.753	-----
P1.BAÑO 1	C2	1	57,00	2.313	-----
P1.DORMITORIO 1	C2	3	101,00	6.169	-----
P2.DORMITORIO 2	C3	3	33,00	1.022	-----
P2.BAÑO2	C3	1	37,00	1.095	-----
P2.BAÑO3	C3	1	26,00	447	-----
P2.DORMITORIO 3	C3	3	33,00	961	-----
P2.DORMITORIO 4	C3	2	41,00	1.745	-----

Ilustración 6 Datos hidráulicos

Por último, en la siguiente tabla se muestran los datos hidráulicos y térmicos de los tres colectores utilizados.

Colector	Circuitos asignados	Número cabezales	Temperatura impulsión (°C)	Caudal total (l/h)	Pérdida carga en el colector (Pa)	Potencia entregada útil (W)	Superficie asignada (m <sup>2</sup> )	Tipo regulación	Ubicación
C1	8	-----	33,0	365	84	3.399,44	57,91	plantas/zonas	-----
C2	10	-----	33,0	722	731	4.842,25	66,42	plantas/zonas	-----
C3	10	-----	33,0	345	62	3.577,60	61,81	plantas/zonas	-----

Ilustración 7 Datos de los colectores

Se van a instalar tres colectores, uno por cada planta calefactada. La situación de los colectores en cada planta es la siguiente:

- En el sótano el colector irá instalado en el cuarto de calderas.
- En la primera planta el colector irá instalado en el vestidor del dormitorio1.
- En la segunda planta el colector irá instalado en el vestidor del dormitorio2.

La demanda del sistema de suelo radiante a la fuente de calor se ha calculado en 13462,87 W (13,46 kW).

## 4 FICHAS TÉCNICAS

A continuación, se van a aportar las fichas técnicas de los distintos elementos utilizados en la instalación del suelo radiante.

## 4.1 Panel aislante ALB Acutec



Excelente aislamiento acústico a ruido de impactos:  
 $AL_w = 28 \text{ dB}^*$

Panel aislante ALB-ACUTEC, fabricado en poliestireno expandido elastificado con grafito (EPS+grafito elastificado), autoextingible (Eurocalse E), de 25 ó 40 mm de espesor, este panel garantiza el aislamiento acústico a ruido de impacto según DB HR "Protección frente al ruido" y al mismo tiempo cumple con la resistencia a la conducción térmica indicada en la UNE EN 1264-4. Dispone de una lámina superficial de aluminio de 0,25mm difusora del calor, provista de solapas autoadhesivas y cuadrícula de guía serigrafiada.

Características		
Material panel aislante	EPS con grafito elastificado	
Altura total (mm)	25	40
Material lámina superficial	Aluminio	
Espesor lámina superficial	0,25	
Color lámina superficial	Gris con guías serigrafiadas	
Largo (mm)	1000+25	
Ancho (mm)	500+25	
Superficie útil (m <sup>2</sup> )	0,5	
Resistencia a la compresión (10% de deformación)(kPa)	100	
conductividad térmica aislante**(W/m-K)	0,030	
Clase de reacción al fuego	E	
Peso nominal (kg)	0,64	0,72

<sup>\*\*</sup>AT 10K

Código	Grosor	RA	m <sup>2</sup> /caja	m <sup>2</sup> /palet
(*) 18735	25 mm	0,800	12	72
18732	40 mm	1,300	7,5	45

(\*) Ensayo realizado con una solera de 45 mm por encima del tubo y un forjado normalizado según UNE-EN ISO 10140:2011.

Ilustración 8 Ficha técnica panel aislante

## 4.2 Tubo Multicapa



Tubo Multicapa en rollo  
Ø14-16-18-20-26-32mm

Condiciones de servicio (según UNE 53960:2002 EX)	6 bar / clases 1, 2, 4 y 5
Condiciones máximas de operación en continuo (50 años)	10 bar / 70°C
Condiciones máximas de operación en frío (50 años)	16-20 bar* / 20°C
Temperatura máxima puntual	110°C

Medida (ø)	mm	14 x 2	16 x 2	20 x 2,5	26 x 3	32 x 3	40 x 3,5	50 x 4	63 x 4,5	Gama ligera			
										16 x 2	18 x 2	20 x 2,5	26 x 3
Diámetro interno	mm	10	12	15	20	26	33	42	54	12	14	15	20
Densidad lineal	g/m	111	120	165	280	350	500	700	1100	105	125	155	260
Espesor capa aluminio	mm	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,2	0,25	0,25	0,35
Capacidad lineal	l/m	0,079	0,113	0,177	0,314	0,531	0,855	1,385	2,290	0,113	0,154	0,177	0,314
Radio mínimo curvado	mm	70	80	100	130	—	—	—	—	80	90	100	260
Resistencia térmica	m <sup>2</sup> -K/W	0,0041	0,0040	0,0053	0,0063	0,0063	0,0075	0,0085	0,0093	0,0045	0,0044	0,0056	0,0066
Conductividad térmica lineal	W/m -K	0,495	0,50	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,49	0,44	0,46	0,44	0,45
Coefficiente dilatación lineal	mm/m-K	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,26	0,026	0,026	0,023	0,023	0,023	0,023
Rugosidad interna ε (°)	mm	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007

(\*) Prandtl-Colebrook

Ilustración 9 Ficha técnica tubo multicapa

## 4.3 Aditivo ALB



Código  
18670 Aditivo ALB

El uso de aditivo ALB garantiza una reducción importante del agua de amasado y un incremento de entre 10-25% de la resistencia mecánica final con respecto al mismo mortero sin aditar.

El aditivo ALB no ataca al plástico ni al metal.

### 2. Características

#### Propiedades

Función principal	Superplastificante Reductor de agua de alta actividad	
Función secundaria	Acelerador de endurecimiento	
Efecto secundario	Disgregación en dosificaciones elevadas	
Aspecto físico	Líquido marrón oscuro	
pH, 20°C	ASTM D 1287	7-9
Densidad, 20°C	ASTM D 1122	1,15 kg/l
Contenido en agua	DIN 51777	< 50%
Viscosidad	DIN 51562	10-20 cps
Suministro	Garrafas de 10l	

Ilustración 10 Ficha técnica aditivo

## 4.4 Junta de dilatación



Código	Descripción
18655	Junta de dilatación autoadhesiva

### 2. Características

Propiedades	
Material	Espuma de PE
Densidad	50 kg/m <sup>3</sup> ±5
Altura	100 mm
Longitud	2 m
Espesor	9 mm
Resistencia a la compresión 10%	9,6 kPa

### 3. Esquema dimensional



Ilustración 11 Ficha técnica junta de dilatación

## 4.5 Colector



### 2. Características

Distancia entre derivaciones	48mm
Conexión derivaciones	3/4"
Conexión a colector	1"H
Carrera del detentor	2 mm
Rango del caudalímetro	0-5 l/min
Temperatura máx. de trabajo	5-55 °C
Temperatura máxima	90 °C a 3 bar
Presión máx. de trabajo	6 bar
Presión máxima	10 bar
KV colector de ida	2,04
KV colector de retorno	2,80
Fluidos permitidos	Agua; Agua y glicol (50%)

Derivaciones	Colector plástico*	Colector plástico en caja de plástico*	Colector plástico en caja ALB*
3	600503-E16	625003-E16	320003-E16PL
4	600504-E16	625004-E16	320004-E16PL
5	600505-E16	625005-E16	320005-E16PL
6	600506-E16	625006-E16	320006-E16PL
7	600507-E16	625007-E16	320007-E16PL
8	600508-E16	625008-E16	320008-E16PL
9	600509-E16	625009-E16	320009-E16PL
10	600510-E16	625010-E16	320010-E16PL
11	600511-E16	625011-E16	320011-E16PL
12	600512-E16	625012-E16	320012-E16PL
13	600513-E16	---	---
14	600514-E16	---	---

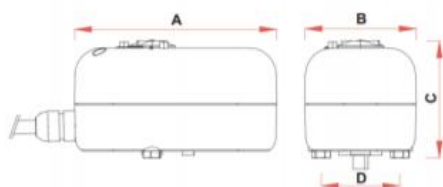
Ilustración 12 Ficha técnica colector



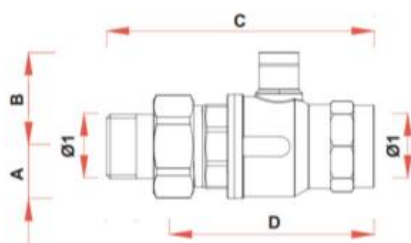
## 4.6 Válvula de zona 2 vías



### 2. Esquema dimensional



Código	A	B	C	D
19956P	120	66	73	47



Código	A	B	C	D	Ø1
19956P	26	42	130	92	G1

### 3. Características

Presión máxima	16 bar
P. diferencial máx.	5 bar
Tª de operación	-10°C a 100°C
Fluidos permitidos	Agua, Agua + glicol
Tamaño	1"
Conexiones	Macho-Hembra
Montaje servomotor	Directo

### 4. Ventajas del producto

- Válvula con sistema antibloqueo interno
- No requiere mantenimiento
- Servo con desembrague manual
- Servo con microrruptor auxiliar

Ilustración 13 Ficha técnica válvula de zona 2 vías



UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Anexo V: Selección de sistema de aporte

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**







## Índice Anexo V

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	POTENCIA DE CALEFACCIÓN.....	5
3	NECESIDADES TÉRMICAS DE ACS.....	5
4	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AEROTERMIA.....	5
4.1	Componentes de la instalación .....	13
4.1.1	Válvula de 3 vías .....	13
4.1.2	Tubo Multicapa.....	13



## Índice Ilustraciones

Ilustración 1 Sistema aerotermia.....	6
Ilustración 2 Ficha técnica sistema aerotermia .....	8
Ilustración 3 Unidad exterior.....	9
Ilustración 4 Unidad interior.....	9
Ilustración 5 Depósito ACS .....	10
Ilustración 6 Controlador LCD .....	10
Ilustración 7 Esquema de funcionamiento .....	12
Ilustración 8 Válvula de 3 vías.....	13
Ilustración 9 Tubo multicapa .....	14



## 1 INTRODUCCIÓN

Se ha optado por escoger un sistema de aerotermia, en lugar de una caldera tradicional, para satisfacer las necesidades de calefacción y de ACS. Se ha escogido esta solución por las ventajas que ofrece este sistema. Es compatible con energías renovables, la contaminación generada es mucho menor que en una caldera de gas, el consumo energético también es bastante reducido, etc.

El sistema de aerotermia se va a escoger basándose en las necesidades térmicas de calefacción y en el consumo de ACS.

## 2 POTENCIA DE CALEFACCIÓN

Uno de los condicionantes para elegir el sistema de aerotermia necesario son las necesidades de calefacción.

La potencia del sistema de aerotermia debido a las pérdidas térmicas de la vivienda va en base a lo obtenido en el “Anexo 4: Suelo Radiante”.

$$P_{calefacción} = 13462,87 \text{ W} = 13,46 \text{ kW}$$

## 3 NECESIDADES TÉRMICAS DE ACS

Para calcular la potencia de caldera necesaria para satisfacer las necesidades de ACS de la vivienda se va a utilizar la siguiente expresión:

$$P_{ACS} = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde:

m es el caudal másico del agua a calentar (kg/h)

C<sub>p</sub> es el calor específico del agua (1 kcal/kg°C)

ΔT es el salto térmico del fluido (temperatura final del fluido de 60°C y temperatura inicial media anual de 10°C).

Se fija un tiempo de calentamiento del agua de 30 minutos, por lo tanto, se tiene el siguiente cálculo:

$$P_{ACS} = \frac{140 \text{ l}}{0,5 \text{ h}} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (60 - 10)^\circ\text{C} = 14000 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{860 \text{ kcal}} = 16,28 \text{ kW}$$

## 4 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AEROTERMIA

Las potencias a las que tiene que suministrar energía el sistema de aerotermia, como ya se ha calculado en apartados anteriores, son las siguientes:

$$P_{calefacción} = 13,46 \text{ kW}$$

$$P_{ACS} = 16,28 \text{ kW}$$

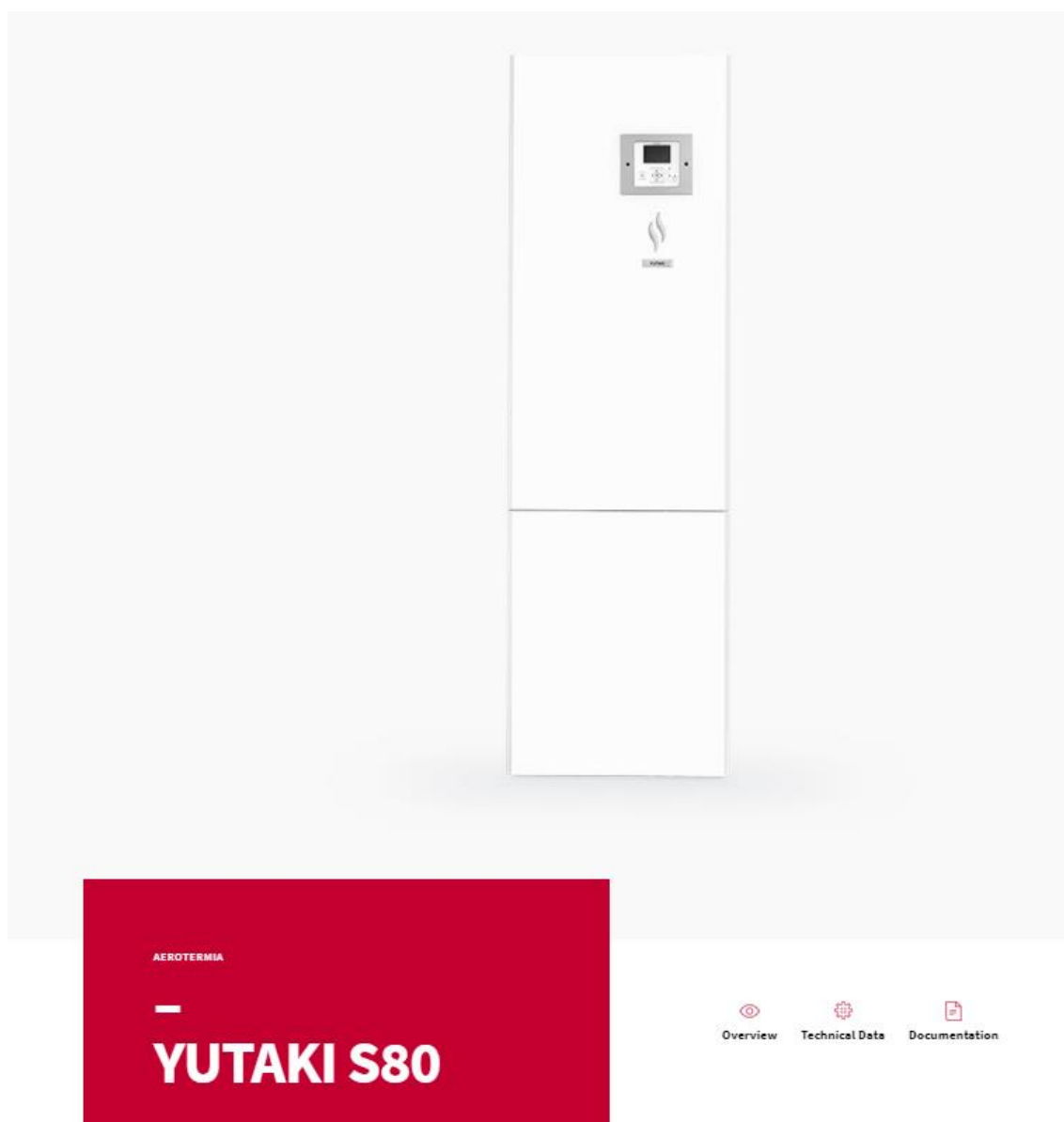
Por lo tanto, el sistema de aerotermia seleccionado deberá suministrar la potencia máxima de las dos comentadas antes.



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el sistema de aerotermia seleccionado es el siguiente.

Se ha escogido el sistema de aerotermia Yutaki S80 6 de Hitachi. Este modelo de sistema de aerotermia está formado por una unidad exterior, una unidad interior, un controlador LCD y, además, cuenta con un depósito de ACS. Los datos técnicos de este sistema de aerotermia se pueden observar en las siguientes imágenes.



*Ilustración 1 Sistema aerotermia*



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

CONJUNTO			YUTAKI S80 4	YUTAKI S80 5	YUTAKI S80 6
Capacidad	CALEFACCIÓN (MIN-NOM-MAX)	KW	4,30-11,00-15,20	4,80-14,00-16,70	5,50-16,00-17,80
Consumo	CALEFACCIÓN (NOM)	KW	2,12	2,9	3,43
Alimentación eléctrica			1~230V 50Hz	1~230V 50Hz	1~230V 50Hz
			3N~400V 50 Hz	3N~400V 50 Hz	3N~400V 50 Hz
COP	NOMINAL		5,00	4,71	4,57
Clase energética a 35°C	CLIMA MEDIO		A+++	A++	A++
Eficiencia estacional a 35°C, SCOP / hs			4,75/187	4,43/174	3,88/152
Clase energética a 55°C			A++	A++	A++
Eficiencia estacional a 55°C, SCOP / hs			3,63/142	3,35/131	3,23/126
Temperaturas exteriores de funcionamiento	CALEFACCIÓN	°C	-25 a 25	-25 a 25	-25 a 25
	ACS	°C	-25 a 35	-25 a 35	-25 a 35
Temperaturas de producción del agua	CALEFACCIÓN	°C	20 a 80	20 a 80	20 a 80
	ACS	°C	30 a 75	30 a 75	30 a 75
Diámetro de tubería refrigerante	LÍQUIDO-GAS	PULGADAS	3/8-5/8	3/8-5/8	3/8-5/8
Diámetro de tubería agua	ENTRADA-SALIDA	PULGADAS	1 1/4-1 1/4	1 1/4-1 1/4	1 1/4-1 1/4
Diámetro de tubería ACS	ENTRADA-SALIDA	PULGADAS	3/4-3/4	3/4-3/4	3/4-3/4
UNIDAD INTERIOR (sin depósito)			RWH-4.0VNFE	RWH-5.0VNFE	RWH-6.0VNFE
UNIDAD INTERIOR (con depósito de ACS)			RWH-4.0VNFWE	RWH-5.0VNFWE	RWH-6.0VNFWE
Volumen mínimo de agua de la instalación			L	50	50
Caudal de agua	(MIN-NOM-MAX)	M3/H	1 - 1,26 - 2,8	1,1 - 1,64 - 3,2	1,2 - 1,83 - 3,2
Potencia sonora			DB(A)	57	58
Refrigerante			R-134A	R-134A	R-134A
Carga de refrigerante			KG	1.9	1.9
Compresor			Scroll DC Inverter	Scroll DC Inverter	Scroll DC Inverter



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

<b>Dimensiones modelo S80</b> (alto(con conexiones)xanchoxfondo)	MM	751(802)x600x623	751(802)x600x623	751(802)x600x623
<b>Dimensiones modelo S80 COMBI</b> (altoxanchoxfondo(con conexiones))	MM	751x600x623(680)	751x600x623(680)	751x600x623(680)
<b>Peso modelo sin depósito</b>	MONOFÁSICA	KG	125	129
	TRIFÁSICA		127	136
<b>Peso modelo con depósito</b>	MONOFÁSICA	KG	135	139
	TRIFÁSICA		137	146
<b>Intensidad máxima</b>	MONOFÁSICA		36	40
	TRIFÁSICA		22	22
<b>UNIDAD EXTERIOR</b>		RAS-4WH(V)NPE	RAS-5WH(V)NPE	RAS-6WH(V)NPE
<b>Caudal de aire</b>	M3/H	4800	5400	6000
<b>Presión sonora</b>	DB(A)	49	50	50
<b>Potencia sonora</b>	DB(A)	63	64	65
<b>Longitud mínima de tubería</b>	M	5	5	5
<b>Longitud máxima de tubería</b>	M	75	75	75
<b>Desnivel máximo (UE más alta/UE más baja)</b>	M	30/20	30/20	30/20
<b>Compresor</b>		Scroll DC Inverter	Scroll DC Inverter	Scroll DC Inverter
<b>Refrigerante</b>		R410A	R410A	R410A

Ilustración 2 Ficha técnica sistema aerotermia

◆ **Unidad exterior**

Unidad exterior			
Monofásica (1~ 230V 50Hz)		Trifásica (3N~ 400V 50Hz)	
Unidad	Código	Unidad	Código
RAS-4HVRNME-AF	7E300020	RAS-4HRNME-AF	7E300120
RAS-5HVRNME-AF	7E300021	RAS-5HRNME-AF	7E300121
RAS-6HVRNME-AF	7E300022	RAS-6HRNME-AF	7E300122



Ilustración 3 Unidad exterior

◆ **Unidad interior**

Unidad interior			
Monofásica (1~ 230V 50Hz)		Trifásica (3N~ 400V 50Hz)	
Unidad	Código	Unidad	Código
RWH-4.0FSVNFE	7E480007	RWH-4.0FSNFE	7E480107
RWH-5.0FSVNFE	7E480008	RWH-5.0FSNFE	7E480108
RWH-6.0FSVNFE	7E480009	RWH-6.0FSNFE	7E480109




Ilustración 4 Unidad interior

◆ **Depósito de agua caliente sanitaria**

Depósito de agua caliente sanitaria			
Monofásica (1~ 230V 50Hz)			
Unidad	Código	Unidad	Código
DHWS195S-2.0H1E (*)	7E544102	DHWS260S-2.0H1E (*)	7E544103
			

Ilustración 5 Depósito ACS

◆ **Controlador LCD**

Controlador LCD	
Unidad	Código
PC-S80TE (*)	7E543001
	

Ilustración 6 Controlador LCD

El sistema de aerotermia seleccionado irá dispuesto de la siguiente forma:

- La unidad interior se colocará en la planta baja (lonja), en la esquina trasera izquierda de la misma.
- La unidad exterior irá colocada en la terraza trasera del primer piso, justo encima de la unidad interior.

A continuación, se muestra el esquema de funcionamiento del sistema de aerotermia, tanto de la unidad exterior como de la unidad interior y el depósito de agua caliente sanitaria.

En el esquema de funcionamiento se pueden ver varios detalles que se explican a continuación:





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

- Después de la bomba de agua, hay una válvula de 3 vías cuyo objetivo es que, en el momento en el que se solicita potencia para el sistema de ACS, se deja de suministrar potencia al sistema de calefacción para centrarse en el sistema de ACS.
- Se observa que el sistema de aerotermia incluye un depósito de agua caliente sanitaria, y que, a su vez, este depósito incluye en su interior un calentador eléctrico que calienta el agua de su interior cuando no sea suficiente con el aporte del intercambiador de calor de placas. Por lo que no sería necesario un aporte externo para calentar el agua del depósito.

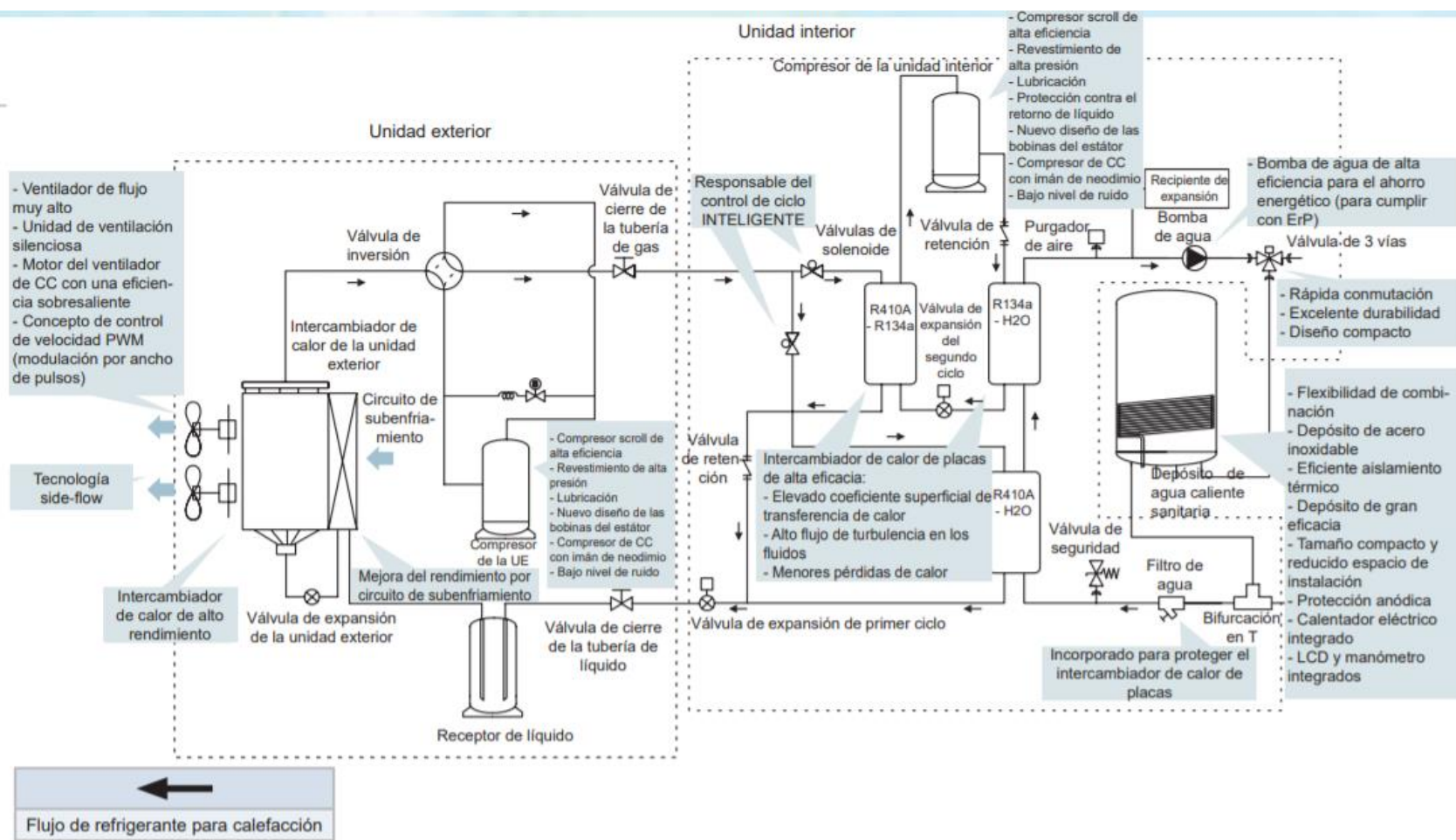


Ilustración 7 Esquema de funcionamiento

## 4.1 Componentes de la instalación

A parte del sistema de aerotermia que contiene la unidad exterior, la unidad interior, el depósito de ACS y el controlador LCD, también deberán instalarse como mínimo los siguientes elementos: electroválvulas de 3 vías y tubo multicapa para conectar el sistema de aerotermia con los colectores.

Además de estos dos componentes extras, se presupuestará a parte el material adicional para completar la instalación entre el sistema de aerotermia y los colectores.

Al igual que el suelo radiante, estos componentes han sido presupuestados según las tarifas de ALB sistemas.

### 4.1.1 Válvula de 3 vías

Se han escogido las siguientes válvulas de mezcla 3 vías con servomotor en sala técnica, serán necesarias tres de estas para completar la instalación.

#### Regulación modulante. Válvula de mezcla tres vías con servomotor en sala técnica



Características técnicas del servomotor	3 puntos	0-10V
Tensión de alimentación	230 Vca	24 V
Tiempo de maniobra (90°)	180 s	180 s
Par de maniobra	10 N m	10 N m
Potencia absorbida	4,5 VA	----
Temperatura ambiente	-10°C ~ 70°C	-10°C ~ 70°C
Índice de protección	IP 54	IP 54
Longitud del cable	50 cm	1 m

Código	Medida	PVP/u.	u/caja	Servomotor
19956P	1-1/4"	288,927 €	1	3 puntos
19957P	1-1/4"	407,652 €	1	0-10V

Características técnicas de la válvula	
Presión máxima	16 bar
Presión diferencial máxima	10 bar
Temperatura de operación	-10°C a 100°C
Fluidos indicados	agua (con o sin anticongelante)
Tamaños	1-1/4"
Conexiones	racores M tres piezas
Montaje servomotor	directo

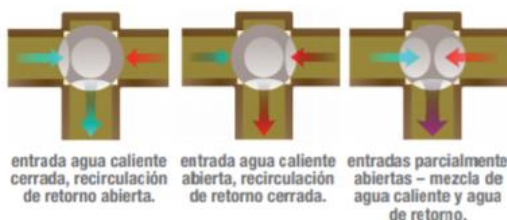


Ilustración 8 Válvula de 3 vías

### 4.1.2 Tubo Multicapa

Se necesitan como mínimo 70 metros de tubo para realizar la instalación correctamente, como en ALB sistemas los rollos de tubo son de 25 m/rollo, se van a comprar 3 rollos. Se ha escogido un tubo de 32 mm de diámetro, a continuación, se dejan las características de este tubo.

## Tubo multicapa ALB PE-RT / AI / PE-RT

AI 0,40 - 0,50 con aislamiento térmico EN ROLLO



Código	Medida	AI (mm)	Aisl. (mm)	PVP/m	m/rollo	m/palet	Color
18151	16 x 2	0,40	6	3,022 €	50	700	azul
18153	20 x 2,5	0,40	6	5,024 €	50	600	azul
18154	26 x 3	0,50	6	7,141 €	25	300	azul
18155	32 x 3	0,50	6	10,032 €	25	300	azul
18135	16 x 2	0,40	6	3,022 €	50	700	rojo
18137	20 x 2,5	0,40	6	5,024 €	50	600	rojo
18138	26 x 3	0,50	6	7,141 €	25	300	rojo
18157	32 x 3	0,50	6	10,032 €	25	300	rojo

Ilustración 9 Tubo multicapa



UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Anexo VI: Dimensionamiento tejas solares

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**





## Índice Anexo VI

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	TEJAS SOLARES FOTOVOLTAICAS ESCOGIDAS .....	5
3	DATOS DE PARTIDA.....	7
4	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	7
4.1	Alternativa 1 .....	7
4.2	Alternativa 2 .....	13
5	FICHAS TÉCNICAS ELEMENTOS .....	16
5.1	Inversor .....	16
5.2	Interruptor automático magnetotérmico .....	18
5.3	Conectores multicontact.....	19
5.4	Conectores flexibles cuádruples MC4 multicontact 4 a 1 .....	20
5.5	Cableado.....	21



## Índice Ilustraciones

Ilustración 1 Tejas solares .....	5
Ilustración 2 Composición tejas solares .....	6
Ilustración 3 Ficha técnica tejas solares.....	6
Ilustración 4 Informe primera alternativa .....	12
Ilustración 5 Informe segunda alternativa .....	16
Ilustración 6 Ficha técnica inversor .....	17
Ilustración 7 Ficha técnica interruptor automático magnetotérmico .....	18
Ilustración 8 Ficha técnica conectores multicontact .....	19
Ilustración 9 Ficha técnica conectores flexibles .....	20
Ilustración 10 Cableado .....	21



## 1 INTRODUCCIÓN

El estudio del sistema solar fotovoltaico que se va a implantar en la cubierta de la vivienda ha sido realizado con el software informático PVsyst 7.0. Este software no trabaja de momento con tejas solares, solo se pueden estudiar paneles solares, pero para adaptarlo al presente proyecto, se han buscado unos paneles solares cuyas características sean iguales a las de las tejas seleccionadas.

## 2 TEJAS SOLARES FOTOVOLTAICAS ESCOGIDAS

Todavía no hay mucha información sobre esta nueva tecnología de captación solar, pero tras realizar una búsqueda exhaustiva en internet sobre este tipo de captadores, se han escogido las siguientes tejas solares fotovoltaicas para implantar en la cubierta del proyecto. Se han escogido las Techtile Smart 12.

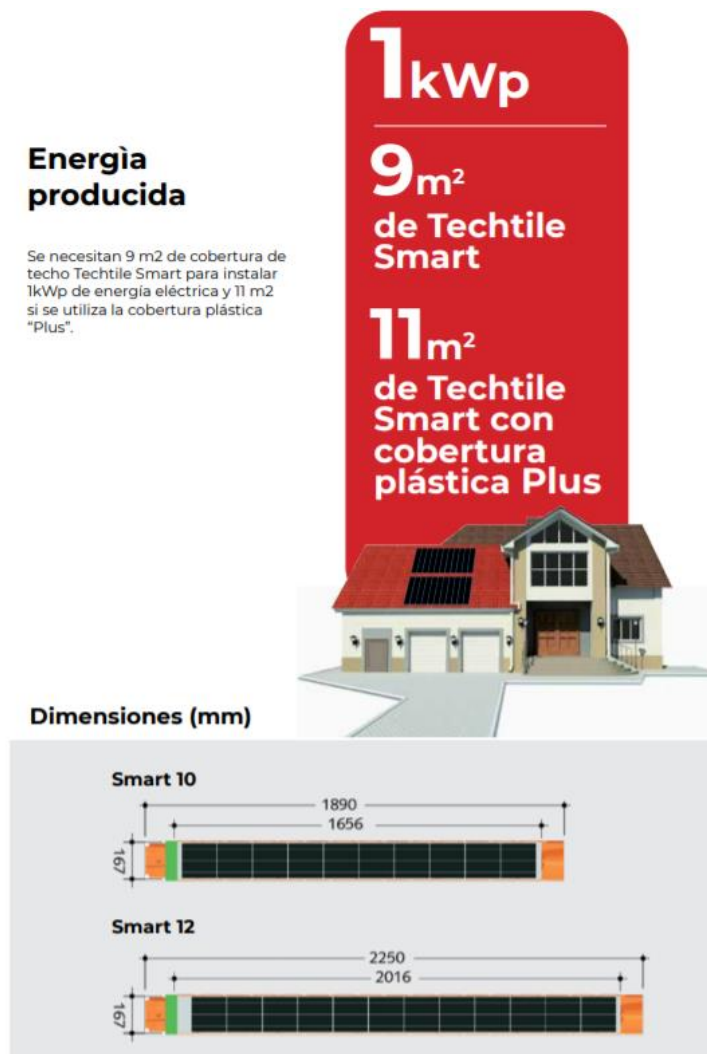


Ilustración 1 Tejas solares

## Elementos

Los elementos del Techtile System son:

- **Soporte de tecnopolímero ASA y accesorios**
  - Resistente al granizo y a los golpes
- **Módulo fotovoltaico**
  - Silicona policristalina de última generación
- **Protección plástica de tecnopolímero PMMA "Plus"**
  - Resistente al granizo y a los golpes
  - Alta transmitancia

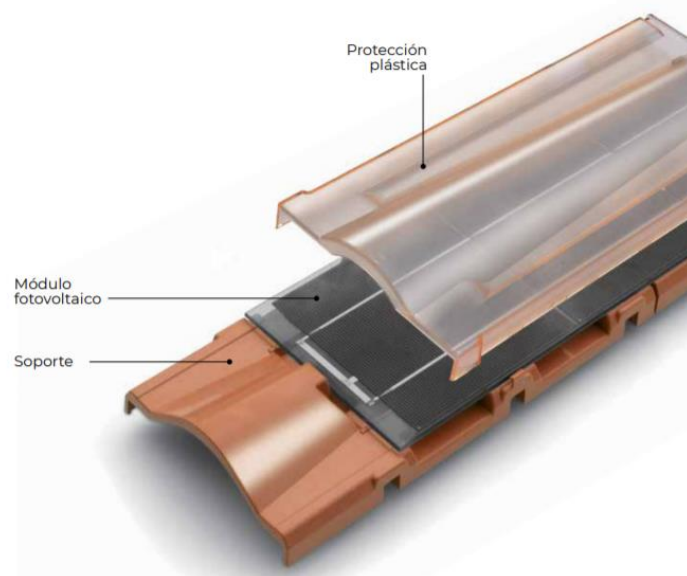


Ilustración 2 Composición tejas solares

Módulo Smart		Q50/10	Q60/12
Potencia nominal	Wp	50	60
Tensión nominal	Vmp	4,93 V	5,93 V
Corriente nominal	Imp	8,52 A	8,43 A
Vacío de tensión	Voc	6,40 V	7,70 V
Corriente en cortocircuito	Isc	8,750 A	8,650 A
Tensión de sistema máxima	V	1.000	1.000
Coeficiente de temperatura CC ( $\alpha$ )	mA/°C	4,64	4,58
Coef. temp. vacío tensión ( $\beta$ )	V/°C	- 0,023	- 0,027
Coeficiente temp. potencia ( $\delta$ )	W/°C	- 0,1764	- 0,2100
NOCT	°C	41,73	41,73
Tolerancia de potencia		± 5%	± 5%

Vvalores obtenidos en condiciones estándar: 1000 W/m - 25°C - AM 1,5

Ilustración 3 Ficha técnica tejas solares



Como se puede observar en la imagen anterior, este tipo de captadores son capaces de producir 1 kWp de energía eléctrica por cada 9 m<sup>2</sup> de superficie cubierta con Techtile Smart.

### 3 DATOS DE PARTIDA

A continuación, se van a exponer los datos de partida que se deben introducir en el programa PVsyst para realizar el dimensionamiento correspondiente.

La localidad sobre la que se va a realizar el estudio es Murillo de Río Leza, el programa obtiene directamente la altitud, latitud, longitud y zona horaria correspondiente a esta localidad.

La cubierta es a dos aguas y está inclinada 11° con respecto a la horizontal, además el edificio tiene un Azimut de unos 60°.

No se realizará estudio de sombras ya que los edificios colindantes son escasamente superiores a la vivienda del proyecto.

Como se ha explicado en la introducción, este programa todavía no trabaja con tejas solares fotovoltaicas, por lo que se han escogido unos paneles solares que tengan las mismas características que las tejas escogidas. Los paneles solares fotovoltaicos escogidos son el modelo TSM-160PEG40.07 cuyo fabricante es Trina Solar.

El dimensionamiento del sistema de captadores solares se va a realizar para abastecer el sistema de aerotermia seleccionado. Este sistema de aerotermia tiene un consumo eléctrico según su ficha técnica de 3,43 kWh.

El programa exige poner cuantas horas al día va a estar funcionando dicho sistema de aerotermia, además de cuales son esas horas del día en las que está funcionando. El estudio se ha realizado por estaciones y la distribución horaria para el uso de ACS y calefacción queda como sigue:

- Verano: El sistema se encontrará activo 5 horas al día.
- Otoño: El sistema se encontrará activo 6 horas al día.
- Invierno: El sistema se encontrará activo 14 horas al día. Esto se debe a que la calefacción por suelo radiante, como consume poco, se recomienda tenerla activa durante todo el día.
- Primavera: El sistema se encontrará activo 5 horas al día.

### 4 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Se van a estudiar dos alternativas para el aprovechamiento de la energía obtenida de los captadores fotovoltaicos.

#### 4.1 Alternativa 1

La primera alternativa es un sistema de autoconsumo compuesto por las tejas solares y por un sistema de baterías para que, cuando no llegue suficiente energía de la captación solar, se aproveche la energía almacenada durante los meses de más captación. Con esta alternativa conseguiríamos un sistema de consumo nulo, en el que el ahorro sería del 100%. Esta alternativa tiene como



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

desventaja que el coste inicial de la instalación es muy elevado, ya que el sistema de baterías aumenta en gran medida el desembolso inicial.

A continuación, se aporta el informe de esta alternativa obtenido con el programa PVsyst.

PVSYST 7.0.10		28/08/20		Página 1/5	
Sistema independiente: Parámetros de simulación					
Proyecto : TFG Tejas Solares					
Sitio geográfico		Murillo de Río Leza		País	España
Situación		Latitud	42.40° N	Longitud	-2.32° W
Tiempo definido como		Hora Legal	Zona horaria UT+1	Altitud	420 m
		Albedo	0.20		
Datos meteo:		Murillo de Río Leza	Meteonorm 7.3 (1995-2010), Sat=1% - Sintético		
Variante de simulación : Nueva variante de simulación					
		Fecha de simulación	28/08/20 19h53		
Parámetros de simulación		Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías		
Orientación plano de colector		Inclinación	11°	Azimet	60°
Modelos usados		Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm separado
				Circunsolar	
Necesidades del usuario		Consumidores domésticos diarios promedio	Modulación estacional 25.6 kWh/Día		
Características del conjunto FV					
Módulo FV		Si-poly	Modelo	TSM-160PEG40.07	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	Trina Solar		
Número de módulos FV		En series	4 módulos	En paralelo	53 cadenas
Número total de módulos FV		núm. de módulos	212	Unidad Nom. Potencia	160 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	33.9 kWp	En cond. de funcionam.	30.4 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	71 V	I mpp	428 A
Área total		Área del módulo	349 m²	Área celular	206 m²
Parámetro del sistema		Tipo de sistema	Sistema independiente		
Batería		Modelo	Battery module Li-Ion, 26V 180 Ah		
		Fabricante	Generic		
Características del paquete de baterías		Núm. de unidades	2 en series x 25 en paralelo		
		Voltaje	51 V	Capacidad nominal	4500 Ah
		Descarga mín. SOC	10.0%	Energía almacenada	202.4 kWh
		Temperatura	Fijo (20°C)		
Controlador		Modelo	Universal controller with MPPT converter		
		Tecnología	MPPT converter	Coef. temp.	-5.0 mV/°C/Elem..
Convertidor		Eficiencias máxi y EURO	97.0 / 95.0%		
Control de gestión de la batería		Comandos de umbral como	Cálculo SOC		
		Cargando	SOC = 0.96 / 0.80		
		Descarga	SOC = 0.10 / 0.35		
Factores de pérdida del conjunto FV					
Factor de pérdida térmica		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el cableado		Res. conjunto global	2.8 mΩ	Fracción de pérdida	1.5 % en STC
Pérdida diodos serie		Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdida	0.9 % en STC
Pérdida de calidad módulo				Fracción de pérdida	-0.7 %
Pérdidas de desajuste de módulo				Fracción de pérdida	2.0 % en MPP



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

PVSYST 7.0.10

28/08/20

Página 2/5

Sistema independiente: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto :

TFG Tejas Solares

Variante de simulación :

Nueva variante de simulación

Principales parámetros del sistema	Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías		
Orientación campo FV	inclinación	11°	azimut	60°
Módulos FV	Modelo	TSM-160PEG40.07	Pnom	160 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	212	Pnom total	33.9 kWp
Batería	Modelo	Battery module Li-Ion, 26V 180 Ah		Lithium-ion, LFP
Paquete de baterías	Núm. de unidades	50	Voltaje / Capacidad	51 V / 4500 Ah
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios	Modulación estacional	Global	9350 kWh/año

Consumidores domésticos diarios, Modulación estacional, promedio = 25.6 kWh/día

Verano (jun-ago)

	Número	Potencia	Uso	Energía
Aerotermia	1	3430W tot	5H/día	17150Wh/día
Consumidores en espera			24H/día	1Wh/día
Energía diaria total				17151Wh/día

Otoño (sep-nov)

	Número	Potencia	Uso	Energía
Aerotermia	1	3430W tot	6H/día	20580Wh/día
Consumidores en espera			24H/día	1Wh/día
Energía diaria total				20581Wh/día

Invierno (dic-feb)

	Número	Potencia	Uso	Energía
Aerotermia	1	3430W tot	14H/día	48020Wh/día
Energía diaria total				48020Wh/día

Primavera (mar-may)

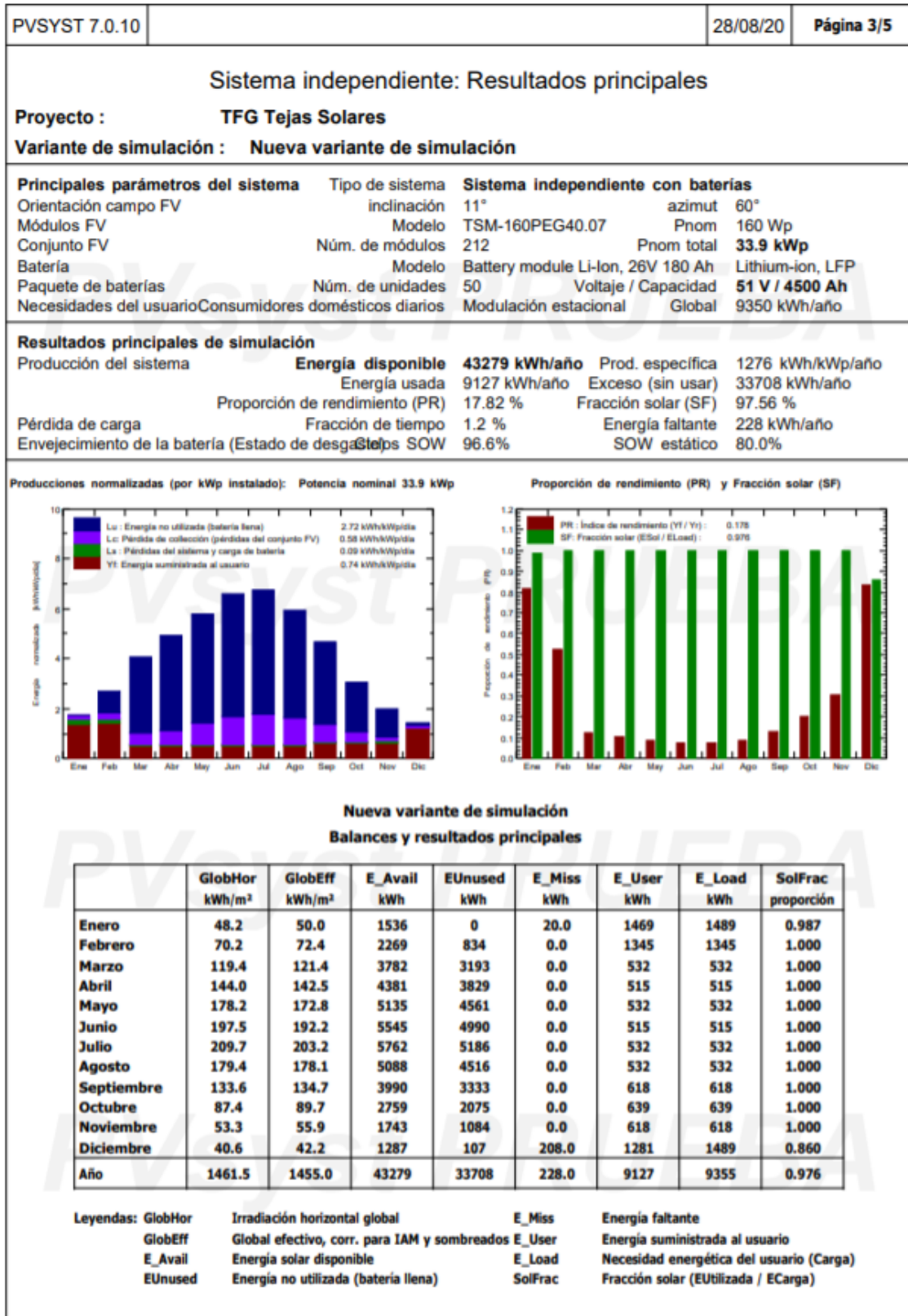
	Número	Potencia	Uso	Energía
Aerotermia	1	3430W tot	5H/día	17150Wh/día
Energía diaria total				17150Wh/día

Perfil horario



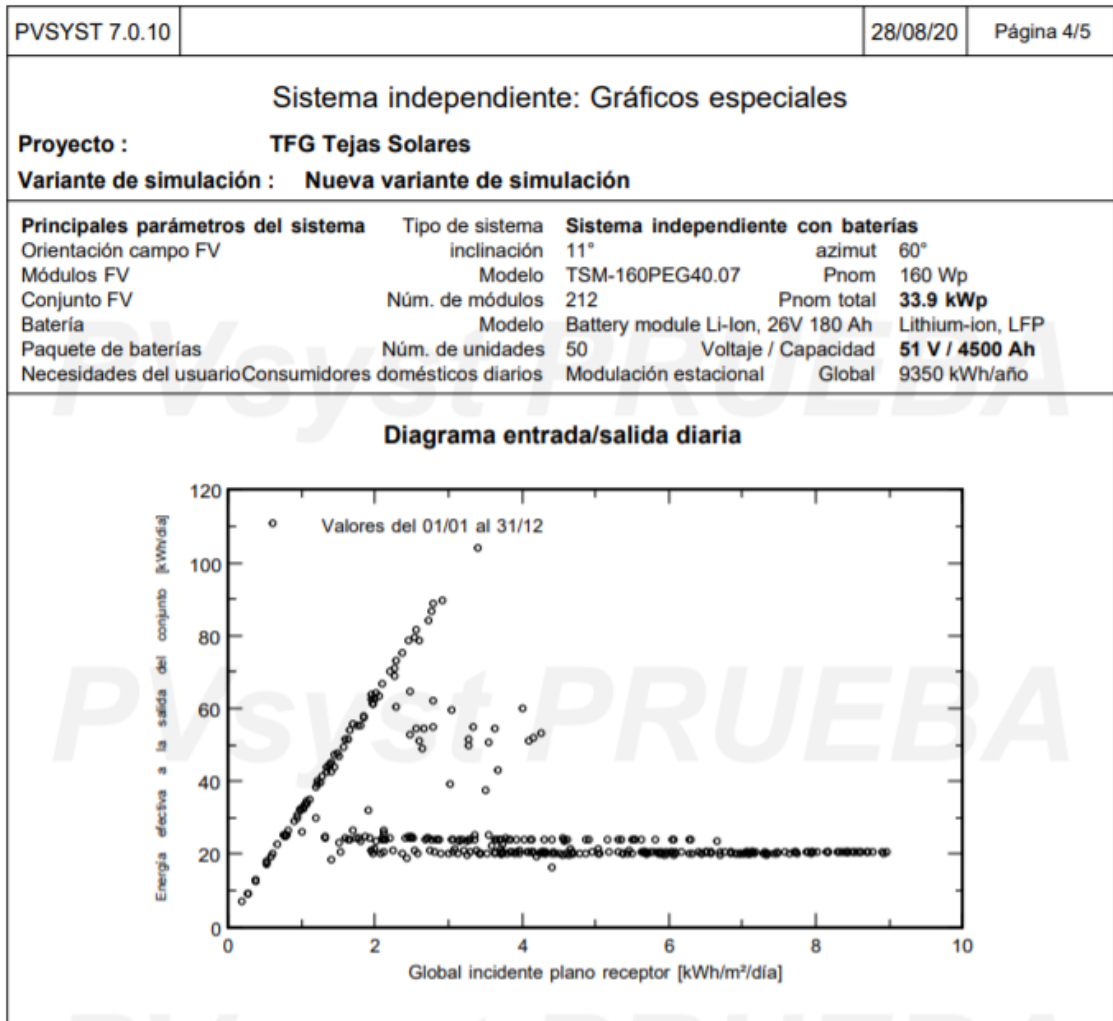


## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

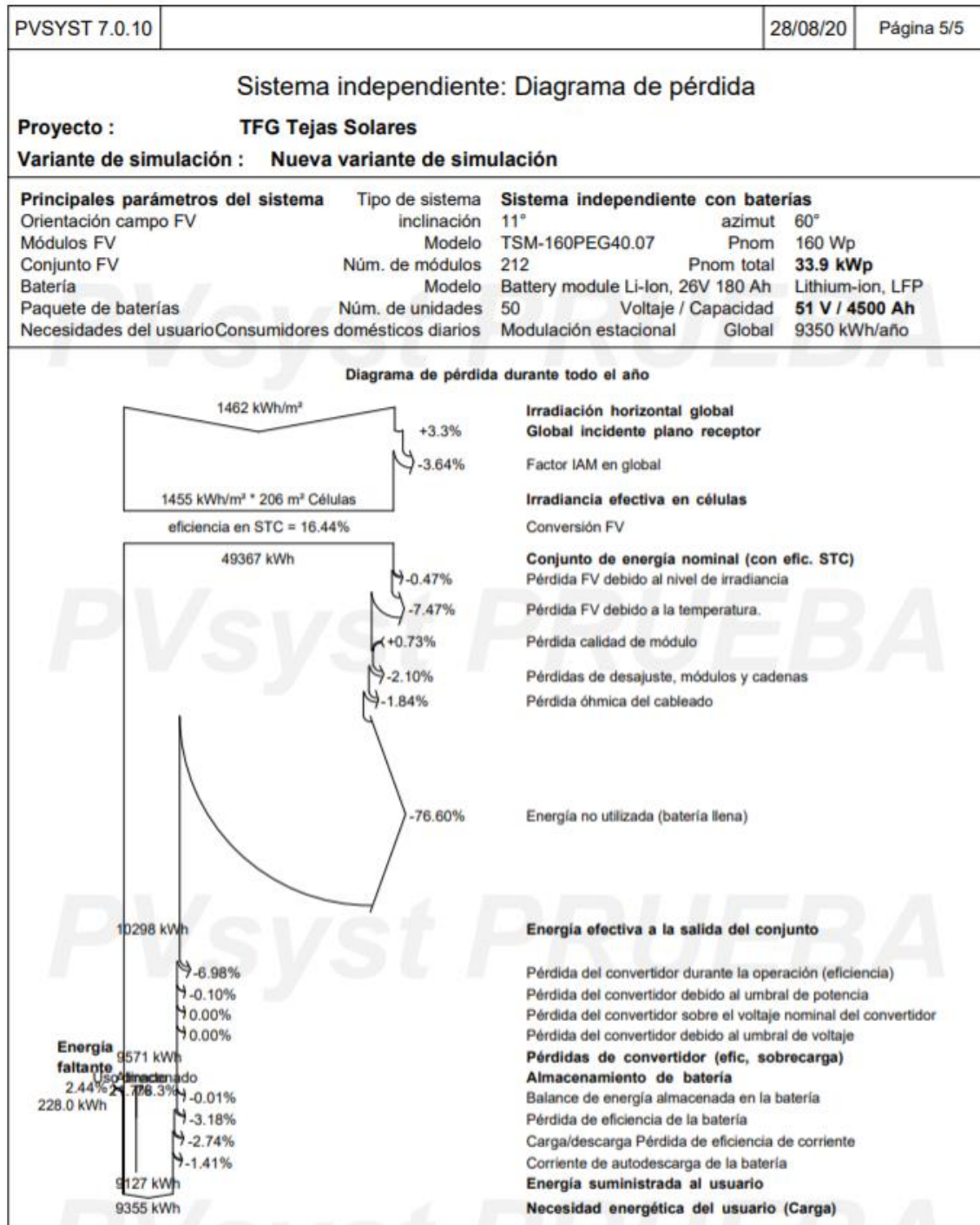


Ilustración 4 Informe primera alternativa

Como se puede observar en el informe anterior, para poder garantizar suministro eléctrico durante todo el año se necesitarían 340 m<sup>2</sup>. Esto es inviable ya que el área de la cubierta es de 89 m<sup>2</sup>, por lo tanto, se deshecha esta alternativa.

Esto se debe a que tanto la inclinación de la cubierta como el azimut no son los adecuados para conseguir una buena captación solar.



## 4.2 Alternativa 2

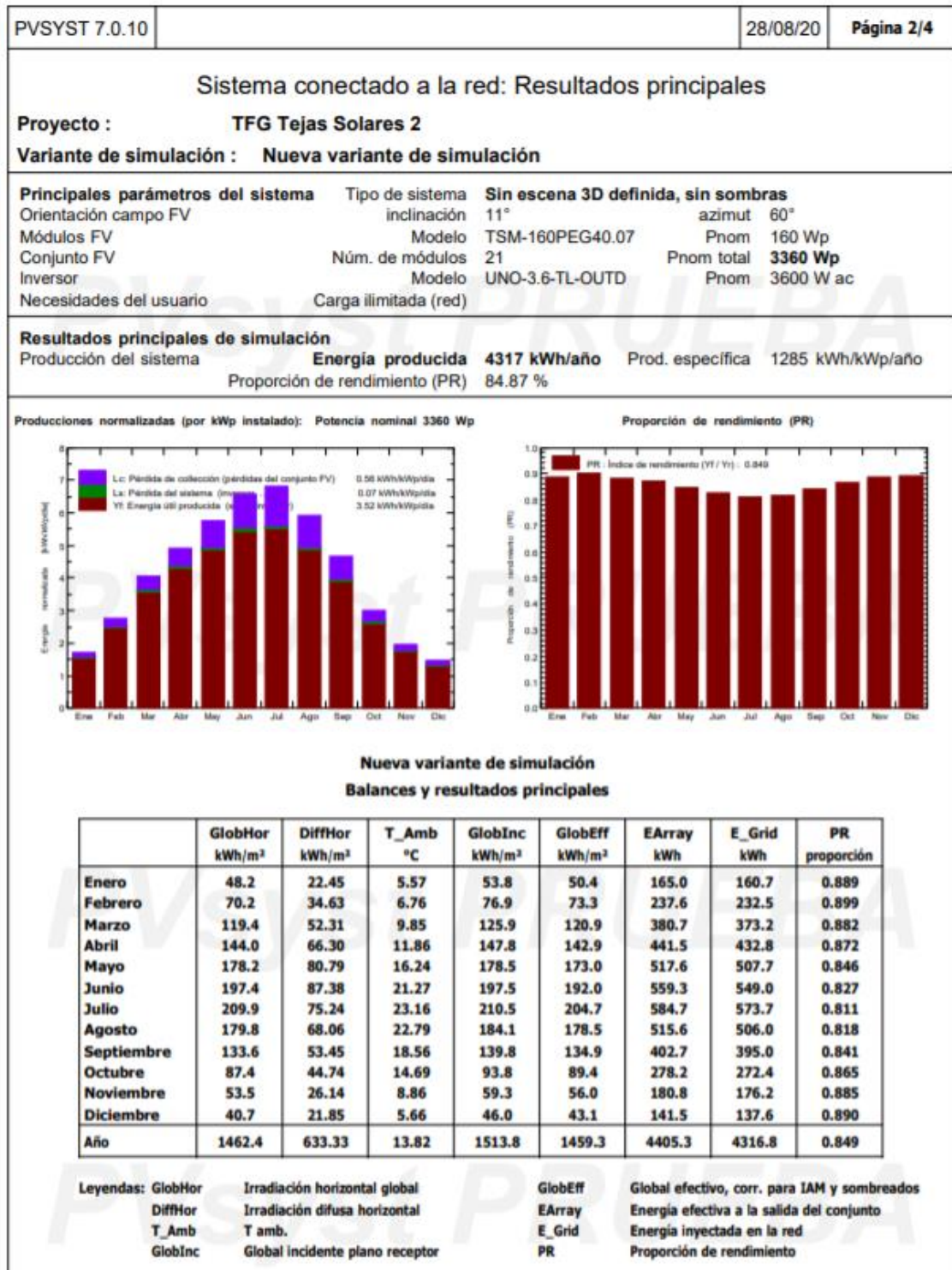
La segunda alternativa consiste en un sistema de tejas solares, pero en este caso conectados al mismo tiempo a la red. En este sistema se utilizaría la energía captada por las tejas y, en el momento en el que esta energía no sea suficiente, entraría la energía recogida de la red. Con esta alternativa el ahorro sería mucho menor, ya que se tiene que pagar la conexión a red, pero se asegura tener suministro eléctrico suficiente en todo momento.

A continuación, se aporta el informe técnico de esta alternativa obtenido con el programa PVsyst:

PVSYST 7.0.10		28/08/20		Página 1/4	
Sistema conectado a la red: Parámetros de simulación					
Proyecto : TFG Tejas Solares 2					
Sitio geográfico		Murillo de Río Leza		País	España
Situación		Latitud	42.40° N	Longitud	-2.32° W
Tiempo definido como		Hora Legal	Zona horaria UT+1	Altitud	426 m
		Albedo	0.20		
Datos meteo:		Murillo de Río Leza Meteonorm 7.3 (1995-2010), Sat=3% - Sintético			
Variante de simulación : Nueva variante de simulación					
		Fecha de simulación	28/08/20 20h06		
Parámetros de simulación		Tipo de sistema	Sin escena 3D definida, sin sombras		
Orientación plano de colector		Inclinación	11°	Azimut	60°
Modelos usados		Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm separado
				Circunsolar	
Horizonte		Horizonte libre			
Sombreados cercanos		Sin sombreados			
Necesidades del usuario :		Carga ilimitada (red)			
Características del conjunto FV					
Módulo FV		Si-poly	Modelo	TSM-160PEG40.07	
Base de datos PVsyst original		Fabricante	Trina Solar		
Número de módulos FV		En series	21 módulos	En paralelo	1 cadenas
Número total de módulos FV		núm. de módulos	21	Unidad Nom. Potencia	160 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	3360 Wp	En cond. de funcionam.	3016 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	374 V	I mpp	8.1 A
Área total		Área del módulo	34.5 m²	Área celular	20.4 m²
Inversor					
Base de datos PVsyst original		Modelo	UNO-3.6-TL-OUTD		
Características		Fabricante	ABB		
Paquete de inversores		Unidad Nom. Potencia	3.60 kWca	Voltaje de funcion.	350-820 V
		Potencia total	3.6 kWca	Proporción Pnom	0.93
		Núm. de inversores	1 unidades		
Total		Potencia total	3.6 kWca	Proporción Pnom	0.93
Factores de pérdida del conjunto FV					
Factor de pérdida térmica		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el cableado		Res. conjunto global	775 mΩ	Fracción de pérdida	1.5 % en STC
Pérdida de calidad módulo				Fracción de pérdida	-0.7 %
Pérdidas de desajuste de módulo				Fracción de pérdida	2.0 % en MPP
Pérdidas de desajuste de cadenas				Fracción de pérdida	0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

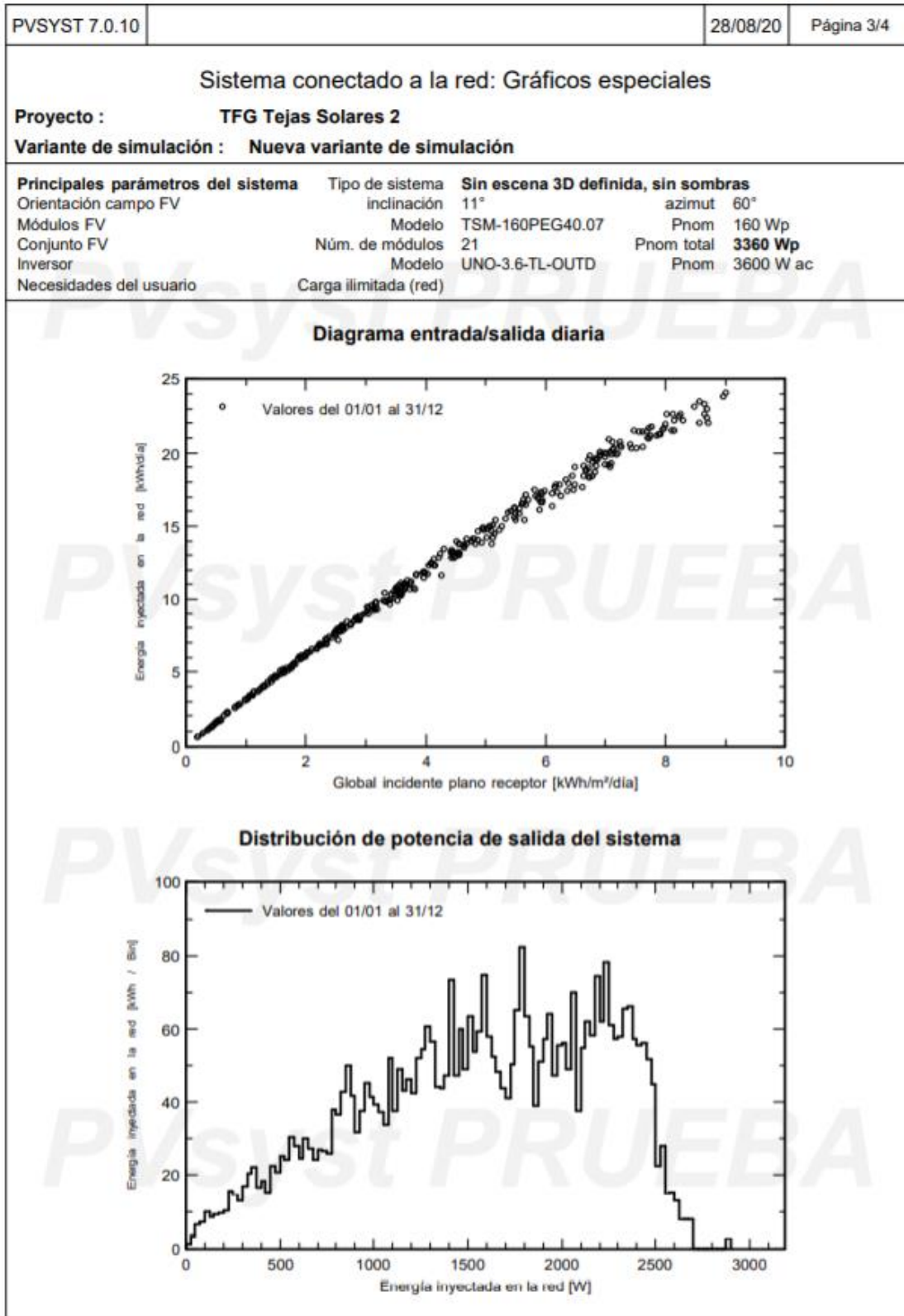


# Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza





## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza





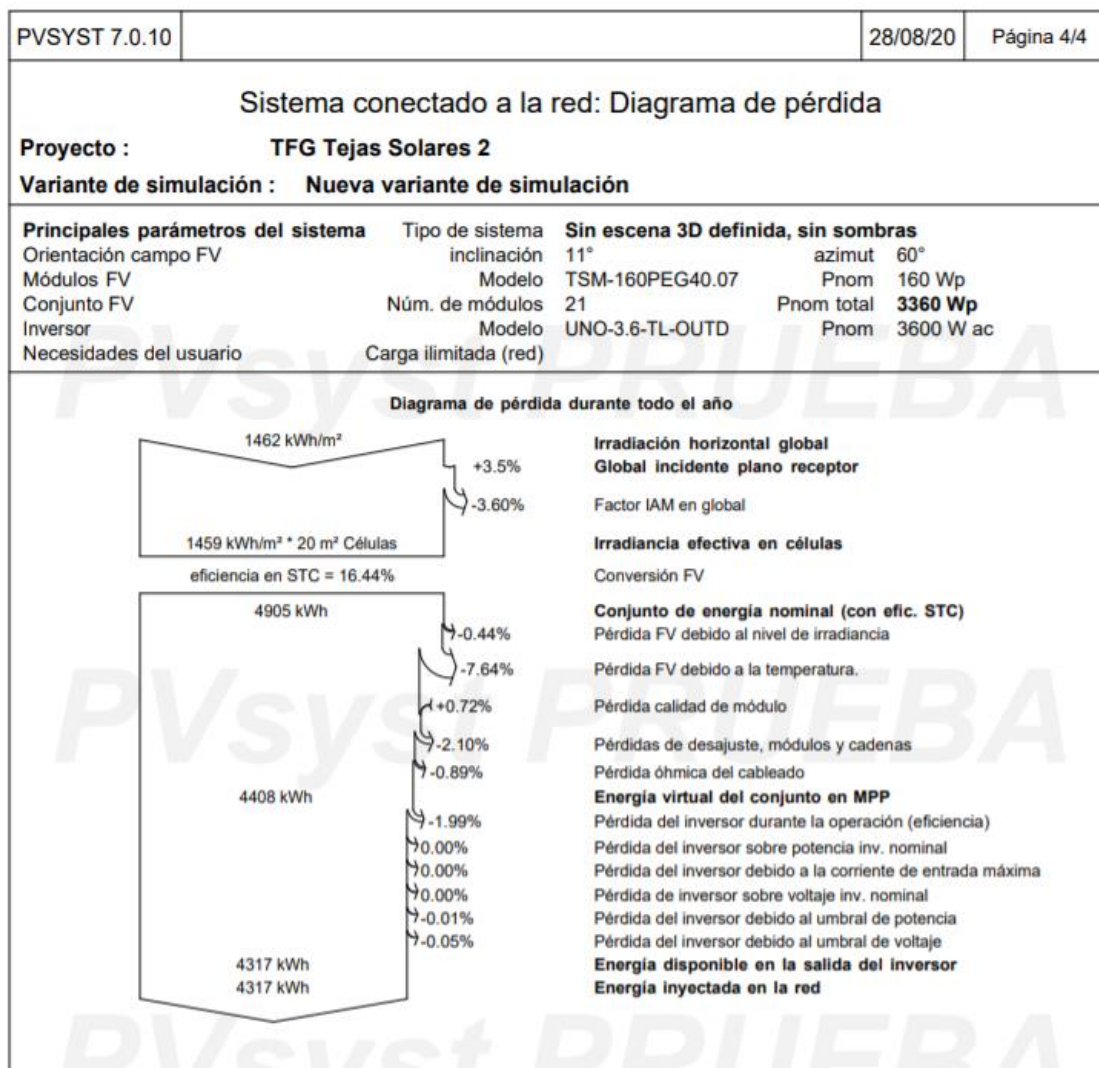


Ilustración 5 Informe segunda alternativa

Como se puede observar en el informe anterior, con esta alternativa es instalarían 34,5 m<sup>2</sup> de estos captadores. Dadas las dimensiones de las tejas solares Techtile Smart 12 y el área de captadores necesaria obtenida con el programa PVsyst, se deben instalar 95 de estas tejas solares.

Además, se puede observar en la página 2 que la energía producida sería de 4317 kWh/año. Teniendo en cuenta que el coste del kWh en España está entorno a los 0,114 €/kWh, se puede suponer un ahorro en la factura eléctrica de 492,138 €/año. Es un ahorro bastante significativo y además, con esta alternativa el desembolso inicial es menor debido a que no es necesario instalar un sistema de baterías.

## 5 FICHAS TÉCNICAS ELEMENTOS

### 5.1 Inversor

El inversor escogido es un inversor monofásico de 3500 W de inyección a red vertido cero. A continuación, se pueden observar sus especificaciones técnicas:



#### Ficha Técnica

- Datos de Inversor inyección a RED SUN-3.5KW-G
- Rango de voltaje de entrada 100-500Vdc
- tensión continua de entrada Max 600V
- Potencia máxima de entrada 3900W
- potencia máxima de salida 3700W
- Voltaje nominal 230Vac Monofásico
- Rango de voltaje nominal 180-270V
- Rango de frecuencia 50/60 Hz,
- Factor de potencia > 0,95
- Forma de onda de salida Onda sinusoidal pura
- datos característicos
- Eficiencia MPPT 99%
- Protección contra la sobretensión sí
- Sobre la protección de la temperatura sí
- Protección contra polaridad inversa sí
- Protección anti-isla sí
- Apilable Sólo por la salida de CA
- Rango de temperatura de funcionamiento -25C a +60C
- Protección de ingreso IP65
- Vida diseñada 20Años
- Enfriamiento Automático
- Altitud de funcionamiento sin reducción 2000 Metros
- 5 años de garantía
- Tipo: DC / AC Inverters
- Especificación: 390\* 453 \* 154mm
- Peso 13.5KG

Ilustración 6 Ficha técnica inversor

## 5.2 Interruptor automático magnetotérmico



*Ilustración 7 Ficha técnica interruptor automático magnetotérmico*

Según norma EN 60947-2 (IEC 947-2)  
 Intensidad nominal 80A, 100A, 125A  
 Curvas de disparo magnetotérmico tipo B (3-5In), tipo C (5-10In) y tipo D (10-20In) 1P  
 Intensidad de corte Icu máxima: de 10kA a 50kA (en función de la intensidad nominal)  
 Funcionamiento con limitación de sobreintensidad en caso de fallo  
 Indicación real del estado de los contactos  
 Ancho por polo: 27mm  
 Capacidad de los bornes hasta 70mm<sup>2</sup>  
 Par de apriete hasta 5.0Nm  
 Maneta enclavable en posición "ON" u "OFF"  
 Apto para montaje en carril DIN normalizado  
 Categoría de utilización A  
 Bornes con protección IP20 contra contactos accidentales  
 Amplia gama de accesorios multifuncionales

### 5.3 Conectores multicontact



Ilustración 8 Ficha técnica conectores multicontact

#### Ficha Técnica

##### Conector Multicontact MC4

##### Datos técnicos

- Sistema de conectores : Ø 4 o 6 mm<sup>2</sup>
- Sistema de contacto | MC laminillas de contacto
- Tensión de cálculo | 1.000 V (IEC / CEI) | 600 V (UL)
- Sistema de bloqueo | snap in
- Tensión de ensayo | 6 kV (50 Hz, 1 min.)
- Grado de protección, enchufado | IP67
- Cat. de sobretensión / Nivel de suciedad. | CATII / 2
- Clase de protección | II
- Corriente nominal : 30 A
- Clase de llama | UL94-V0
- Material de contacto | MS estañado
- Descarga de tracción del cable conforme a | DIN V VDE 0126-3
- Material aislante | PC / PA
- Temperatura límite superior | 105 °C (IEC / CEI)
- Gama de temperatura del ambiente | -40 hasta +90 °C (IEC / CEI)
- -40 bis +75 °C (UL)

## 5.4 Conectores flexibles cuádruples MC4 multicontact 4 a 1



*Ilustración 9 Ficha técnica conectores flexibles*

### Ficha Técnica

- Sistema de conectores : Ø 4-6mm
- Tensión nominal : 1000 V DC (MC)
- Corriente nominal : 60 A
- Tensión nominal soportada a impulsos : 12 kV
- Rango de temperatura ambiente : -40 °C...+90 °C (MC)
- Temperatura límite superior : 105 °C (MC)
- Tipo de protección, enchufado / desenchufado : IP67 / IP2X
- Categoría de sobretensión / Grado de suciedad : CATIII / 2
- Resistencia de contacto de los conectores : ≤ 0,5 mΩ
- Clase de protección : Clase II
- Sistema de contacto : MULTILAM
- Material de contacto : Cobre, estañado
- Material aislante : PC
- Sistema de bloqueo : (UL) Locking type
- Clase de inflamabilidad : UL94-V0
- Insertion force : ≤50N
- Withdrawal force : ≥50N



## 5.5 Cableado



*Ilustración 10 Cableado*

un juego de cables de 6mm<sup>2</sup> "con un conector MC4 en un extremo y cable desnudo en el otro

Alta calidad # 10 AWG PV-Wire, uno rojo y otro negro con resistente aislamiento XLPE de 750 V

Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) según UL-854, UL-4703 y UL-44

Ideal para conectar [paneles solares](#) con conectores MC-4 para cargar el [controlador](#) o la caja del combinador

diámetro del cable. Kit adaptador fácil de usar de 12v 24v 48v "para kit de adaptador de cable solar.





UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Anexo VII: Estudio básico de seguridad y salud

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**





## Índice Anexo VII

1	CONSIDERACIONES PREVIAS .....	5
1.1	Introducción .....	5
1.2	Objeto .....	5
1.3	Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud .....	6
1.4	Descripción de la Obra.....	6
1.4.1	Características de la obra.....	6
1.4.2	Presupuesto de contrata .....	7
1.4.3	Plazo de ejecución .....	7
1.4.4	Personal en obra .....	7
1.5	Descripción del emplazamiento .....	7
1.6	Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria .....	8
1.7	Maquinaria de obra .....	8
1.8	Medios auxiliares .....	8
2	RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE .....	9
3	RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE .....	9
4	RIESGOS LABORALES ESPECIALES.....	12
5	PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS .....	13
6	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN OBRA.....	13





## **1 CONSIDERACIONES PREVIAS**

### **1.1 Introducción**

La obra proyectada no requiere la redacción de un estudio de seguridad y salud, ya que no cumple los requisitos del apartado 1 del artículo 4 “Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras” del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, que establece los siguientes requisitos:

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760,08 euros.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500 días.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Como se recoge en el apartado 2 del artículo 4 “Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras” del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, en los proyectos no recogidos en ninguno de los previstos del apartado anterior, será necesario realizar un estudio básico de seguridad y salud.

### **1.2 Objeto**

El estudio básico de seguridad y salud tiene por objeto establecer las normas de seguridad y salud aplicables en la obra, conforme especifica el apartado 2 del artículo 6 del Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre.

A tales efectos debe contemplar:

- La justificación de la inclusión en el proyecto de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en lugar de un Estudio de Seguridad y Salud.
- La identificación y descripción de la obra y de las normas de seguridad y salud aplicables a los trabajos, ajustándose al tipo de obra a realizar.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- La relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.
- En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores.



- Las previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### 1.3 Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El real decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los presupuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los presupuestos siguientes:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.759,08 euros.

PCE= Presupuesto Ejecución Material. + Gastos Generales + Beneficio Industrial

**PCE = PEM (PEM = 33.605,48 €) + GGBI (19%PEM = 6.385,04€) = 39.990,52€ + IVA (10% PCE = 8.398,01 €) = 48.388,53 €.**

- b) Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

**Plazo de ejecución previsto = 9 días**

**Nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente = 2 (Media)**

- c) El volumen de mano de obra es inferior a 500 trabajadores–día (suma de los días del total de los trabajadores en la obra).

**Nº de trabajadores –día = 18**

- d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del R.D.1627/1997, se redacta el presente ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### 1.4 Descripción de la Obra

#### 1.4.1 Características de la obra

Se trata de los trabajos a ejecutar en las obras de instalación de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria, así como las obras de instalación del sistema de tejas solares en la cubierta de la misma, y que no es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

En la tabla siguiente se indican las características generales de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta:





DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES	
Demoliciones	No se realizarán demoliciones en la vivienda ya que solamente se sustituyen las tejas existentes por las nuevas tejas solares.
Movimiento de tierras	No se realizan movimientos de tierras.
Cimentación y estructuras	No se realizan cimentaciones ni nuevas estructuras.
Cubiertas	La cubierta se sustituirá por una nueva cubierta solar.
Albañilería y cerramientos	No se modificarán los cerramientos ni se realizarán trabajos de albañilería.
Acabados	Se realizarán los acabados superficiales del nuevo suelo instalado.
Instalaciones	Se instalará el sistema de calefacción por suelo radiante, el sistema de agua caliente sanitaria y la instalación necesaria para la captación de energía eléctrica por medio de las tejas solares fotovoltaicas.

El objeto de esta obra es cumplir con las necesidades térmicas de la vivienda y obtener el máximo de energía solar para abastecer estas necesidades.

Los trabajos realizados para llevar a cabo esta labor se encuentran perfectamente descritos en la memoria del presente proyecto, así como en los diferentes anexos del mismo.

#### 1.4.2 Presupuesto de contrata

El presupuesto de contrata se ha obtenido por la suma del presupuesto de ejecución material (P.E.M.), más los gastos generales del contratista (G.G.), más el beneficio industrial (B.I.). Este presupuesto, aumentado en el impuesto del valor añadido (I.V.A.), es el indicado en el apartado de presupuesto del presente proyecto, y que es menor a setenta y cinco millones de pesetas.

#### 1.4.3 Plazo de ejecución

El plazo estimado de ejecución de las obras no sobrepasará los 9 (Nueve) días laborables.

#### 1.4.4 Personal en obra

Se considera una presencia máxima de 2 operarios en la ejecución de los trabajos.

Por tanto, procede, según se especifica en el apartado 2 del artículo 4, del R.D. 1627/97, elaborar el ESTUDIO BÁSICO de SEGURIDAD y SALUD.

### 1.5 Descripción del emplazamiento

A continuación, se enumeran las principales características y condiciones del emplazamiento donde se llevará a cabo la obra:

- Los accesos a la obra se realizan por calles interiores de la población debido a la situación del terreno.
- El terreno no presenta desniveles.
- Existen dos edificios colindantes, uno a cada lado de la vivienda del proyecto.



## **1.6 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria**

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

- Vestuarios con asientos provistos de llave.
- Lavabos con agua fría, agua caliente y espejo.
- Retretes.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

- Primeros auxilios: Botiquín portátil (en obra).
- Asistencia primaria (Urgencias): Centro de salud en C/ Jesús del Río, 4 (a 0,5 Km).
- Asistencia especializada (Hospital): Hospital San Pedro (a 15 Km).

## **1.7 Maquinaria de obra**

A continuación, se va a especificar la maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra:

- Hormigoneras
- Sierra circular
- Montacargas
- Grúas-torre

## **1.8 Medios auxiliares**

En la siguiente tabla se exponen los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

MEDIOS AUXILIARES	
MEDIOS	CARACTERÍSTICAS
Andamios colgados móviles	Deben someterse a una prueba de carga previa. Deben someterse a una prueba de carga previa. Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos. Los pescantes serán preferiblemente metálicos. Los cabrestantes se revisarán trimestralmente. Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié. Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
Andamios tubulares apoyados	Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente. Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente. Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas. Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados. Correcta disposición de las plataformas de trabajo. Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié. Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo. Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje.
Andamios sobre borriquetas	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
Escaleras de mano	Zapatillas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total.

## 2 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

A continuación, se redacta una lista con los posibles riesgos laborales que pueden presentarse en obra, pero que van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: se neutralizarán las instalaciones existentes para que no puedan causar daños durante el transcurso de las obras.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión: se cortará el suministro eléctrico, se hará una puesta a tierra y cortocircuito de los cables, con el fin de evitar por completo daños por la presencia de líneas eléctricas de alta tensión.

## 3 RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

En este apartado se van a identificar los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y reducción de este tipo de riesgos. Se va a dividir en varias partes, la primera de ellas se refiere a aspectos generales de la obra y la segunda a aspectos específicos de cada una de las fases.



ASPECTOS GENERALES DE LA OBRA	
RIESGOS	
Caídas de operarios al mismo nivel.	
Caídas de operarios a distinto nivel.	
Caídas de objetos sobre operarios.	
Caídas de objetos sobre terceros.	
Choques o golpes contra objetos.	
Fuentes vientos.	
Trabajos en condiciones de humedad.	
Contactos eléctricos directos e indirectos.	
Cuerpos extraños en los ojos.	
Sobreesfuerzos.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.	Permanente
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura $\geq 2m$	Permanente
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Permanente
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o ed. colindantes	Permanente
Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	Permanente
Evacuación de escombros	Frecuente
Escaleras auxiliares	Ocasional
Información específica	Riesgos concretos
Cursos y charlas de formación	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Cascos de seguridad	Permanente
Calzado protector	Permanente
Ropa de trabajo	Permanente
Ropa impermeable o de protección	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	Ocasional



<b>FASE: CUBIERTA</b>	
<b>RIESGOS</b>	
Caídas de operarios al vacío, o por el plano inclinado de la cubierta	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras producidas por soldadura de materiales	
Vientos fuertes	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Derrame de productos	
Electrocuciones	
Hundimientos o roturas en cubiertas de materiales ligeros	
Proyecciones de partículas	
Condiciones meteorológicas adversas	
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>	<b>GRADO DE ADOPCIÓN</b>
Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado)	Permanente
Redes de seguridad (interiores y/o exteriores)	Permanente
Andamios perimetrales en aleros	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas rígidas y resistentes (con listón intermedio y rodapié)	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Escaleras de tejador, o pasarelas	Permanente
Parapetos rígidos	Permanente
Acopio adecuado de materiales	Permanente
Señalizar obstáculos	Permanente
Plataforma adecuada para gruísta	Permanente
Ganchos de servicio	Permanente
Accesos adecuados a las cubiertas	Permanente
Paralización de los trabajos en condiciones meteorológicas adversas	Ocasional
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)</b>	<b>GRADO DE EFICACIA</b>
Guantes de cuero o goma	Ocasional
Botas de seguridad	Permanente
Cinturones y arneses de seguridad	Permanente
Mástiles y cables fijadores	Permanente

<b>FASE: INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN Y ACS</b>	
<b>RIESGOS</b>	
Caídas desde alturas	
Explosiones e incendios	
Quemaduras por llamas de sopletes	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Cortes en las manos, golpes y contusiones	
Proyección de partículas o materiales	
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>	<b>GRADO DE ADOPCIÓN</b>
Evitar fugas de gases revisando cuidadosamente las uniones de los equipos de soldadura	Periódicamente
Evitar accesorios de cobre en los equipos de acetileno	Permanente
Alejar botellas de gases de las fuentes de calor	Permanente
Almacenar botellas de oxígeno en lugares distintos a las de acetileno	Permanente
Verificar estanqueidad de las mangueras y posibles fugas de gases	Periódicamente
Instalar válvulas antirretroceso en botellas y sopletes	Permanente
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)</b>	<b>EMPLEO</b>
Mandiles de cuero curtidos al cromo	Frecuente
Gafas de cristales inactínicos	Permanente
Guantes flexibles de cuero curtidos al cromo	Frecuente
Botas de seguridad	Permanente

#### 4 RIESGOS LABORALES ESPECIALES

A continuación, se van a exponer los trabajos que, siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el presente Proyecto, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y se encuentran incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97. También se explican las medidas específicas que deben tomarse para reducir los riesgos de estos trabajos.

<b>TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES</b>	<b>MEDIDAS ESPECÍFICAS PREVISTAS</b>
Caídas de altura especialmente graves y hundimientos	
Proximidad a líneas eléctricas de alta tensión	Señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 metros). Pórticos protectores de 5 m de altura. Calzado de seguridad.
Uso de explosivos	
Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados	Realizar el montaje o desmontaje priorizando la seguridad del operario.
Inhalación de gases tóxicos	Utilizar siempre mascarillas y demás equipos de protección siempre que se de la posibilidad de estar en contacto con estos gases.



## 5 PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS

En el proyecto al que se refiere el Estudio Básico de Seguridad y Salud se han expuesto una serie de elementos cuyo objetivo es facilitar las labores de mantenimiento y reparación que puedan darse en un futuro. Además, estos elementos también servirán para garantizar la seguridad durante la duración de la obra.

UBICACIÓN	ELEMENTOS
Cubiertas	Ganchos de servicio
	Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
	Barandillas en cubiertas planas
	Grúas desplazables para limpieza de fachadas
Fachadas	Ganchos en ménsula (pescantes)
	Pasarelas de limpieza

## 6 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN OBRA

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M.28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 04-07-83, en los títulos no derogados
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.







UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Planos

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**



# Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza



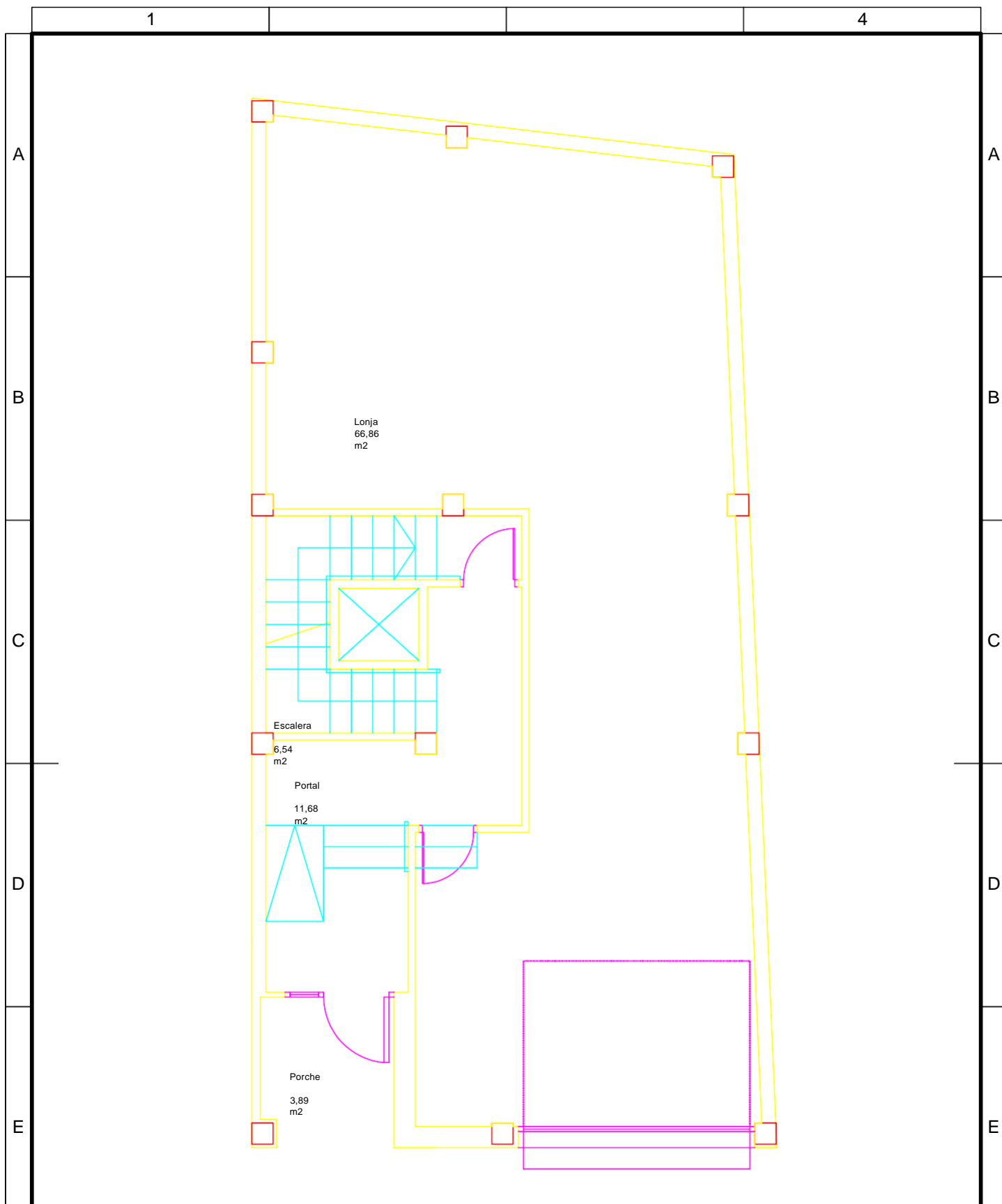
## Índice Planos




- PLANO 01: DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES SÓTANO
- PLANO 02: DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES PLANTA BAJA
- PLANO 03: DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES PRIMERA PLANTA
- PLANO 04: DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES SEGUNDA PLANTA
- PLANO 05: CUBIERTA
- PLANO 06: FACHADA Y SECCIÓN LATERAL
- PLANO 07: SUELO RADIANTE SÓTANO
- PLANO 08: SUELO RADIANTE PRIMERA PLANTA
- PLANO 09: SUELO RADIANTE SEGUNDA PLANTA
- PLANO 10: COLOCACIÓN TEJAS SOLARES

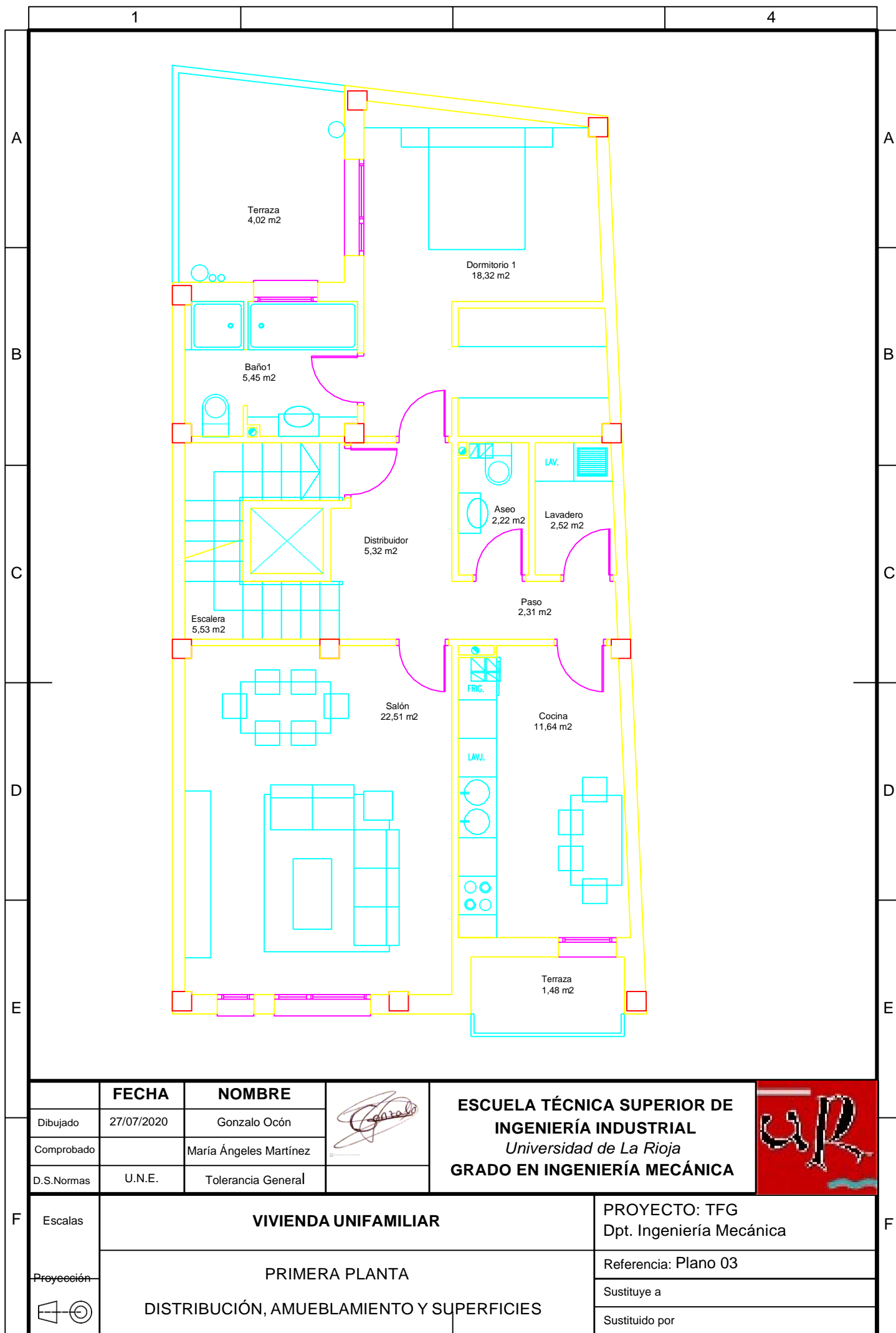


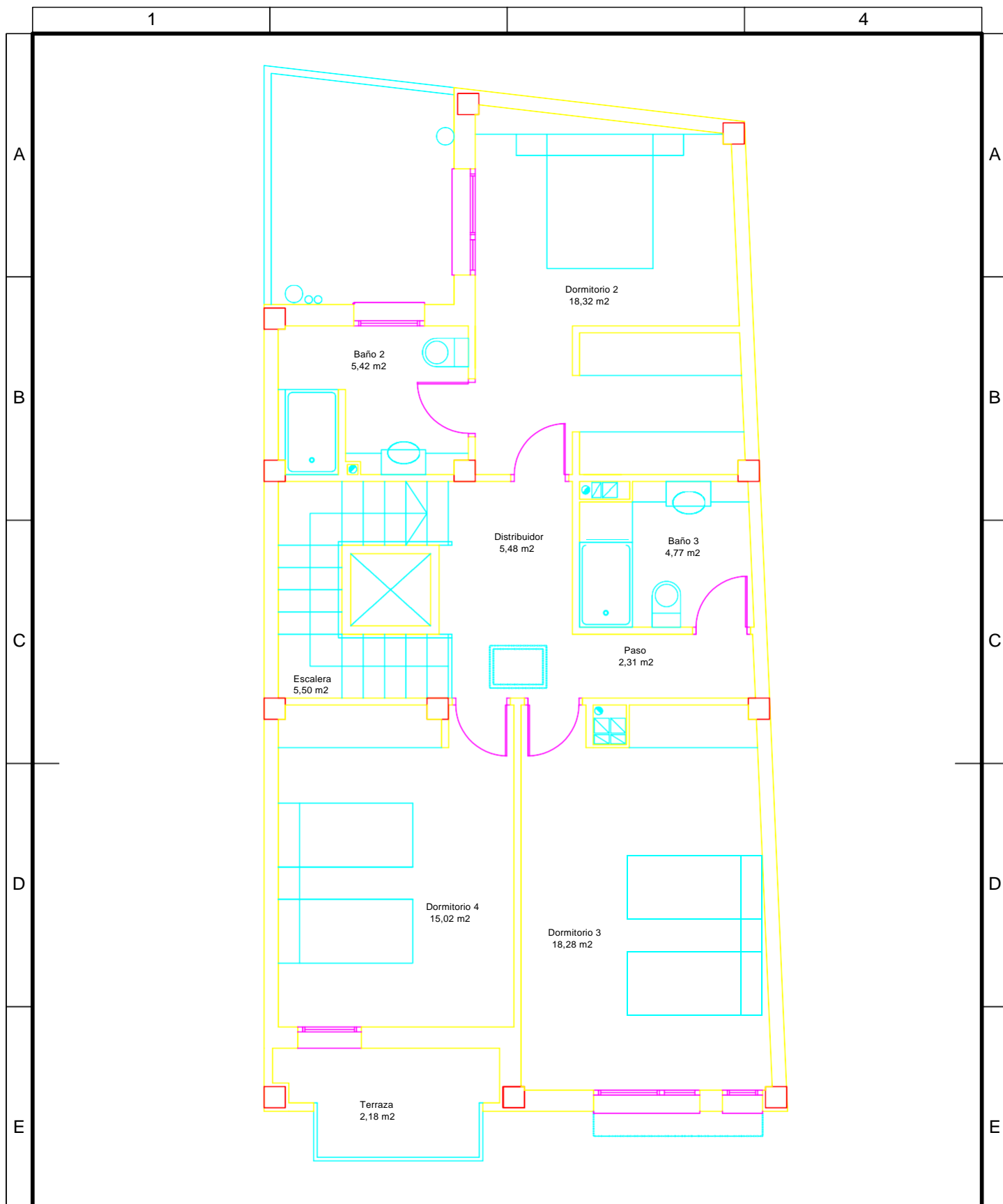
# Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

	1	2	3	4																																					
A					A																																				
B					B																																				
C					C																																				
D					D																																				
E					E																																				
F	<table border="1"> <tr> <td></td><td><b>FECHA</b></td><td><b>NOMBRE</b></td><td rowspan="4"> </td><td rowspan="4"> <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>  <i>Universidad de La Rioja</i>  <b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b> </td><td rowspan="4"> </td></tr> <tr> <td>Dibujado</td><td>27/07/2020</td><td>Gonzalo Ocón</td></tr> <tr> <td>Comprobado</td><td></td><td>María Ángeles Martínez</td></tr> <tr> <td>D.S.Normas</td><td>U.N.E.</td><td>Tolerancia General</td></tr> <tr> <td rowspan="4">Escalas</td><td colspan="3"><b>VIVIENDA UNIFAMILIAR</b></td><td colspan="2">PROYECTO: TFG</td></tr> <tr> <td colspan="3" rowspan="3"> <b>SÓTANO</b>   <b>DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES</b> </td><td colspan="2">Dpt. Ingeniería Mecánica</td></tr> <tr> <td colspan="2">Referencia: Plano 01</td></tr> <tr> <td colspan="2">Sustituye a</td></tr> <tr> <td>Proyección</td><td colspan="3"></td><td colspan="2">Sustituido por</td></tr> </table>					<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b> <i>Universidad de La Rioja</i> <b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Dibujado	27/07/2020	Gonzalo Ocón	Comprobado		María Ángeles Martínez	D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General	Escalas	<b>VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>			PROYECTO: TFG		<b>SÓTANO</b>  <b>DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES</b>			Dpt. Ingeniería Mecánica		Referencia: Plano 01		Sustituye a		Proyección				Sustituido por		F
	<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b> <i>Universidad de La Rioja</i> <b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>																																					
Dibujado	27/07/2020	Gonzalo Ocón																																							
Comprobado		María Ángeles Martínez																																							
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General																																							
Escalas	<b>VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>			PROYECTO: TFG																																					
	<b>SÓTANO</b>  <b>DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES</b>			Dpt. Ingeniería Mecánica																																					
				Referencia: Plano 01																																					
				Sustituye a																																					
Proyección				Sustituido por																																					



		<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b> <i>Universidad de La Rioja</i> <b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
	Dibujado	27/07/2020	Gonzalo Ocón			
	Comprobado		María Ángeles Martínez			
	D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General			
F	Escalas	<b>VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>			PROYECTO: TFG Dpt. Ingeniería Mecánica	
	Proyección 				Referencia: Plano 02	
		<b>PLANTA BAJA</b>  <b>DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES</b>			Sustituye a	
					Sustituido por	

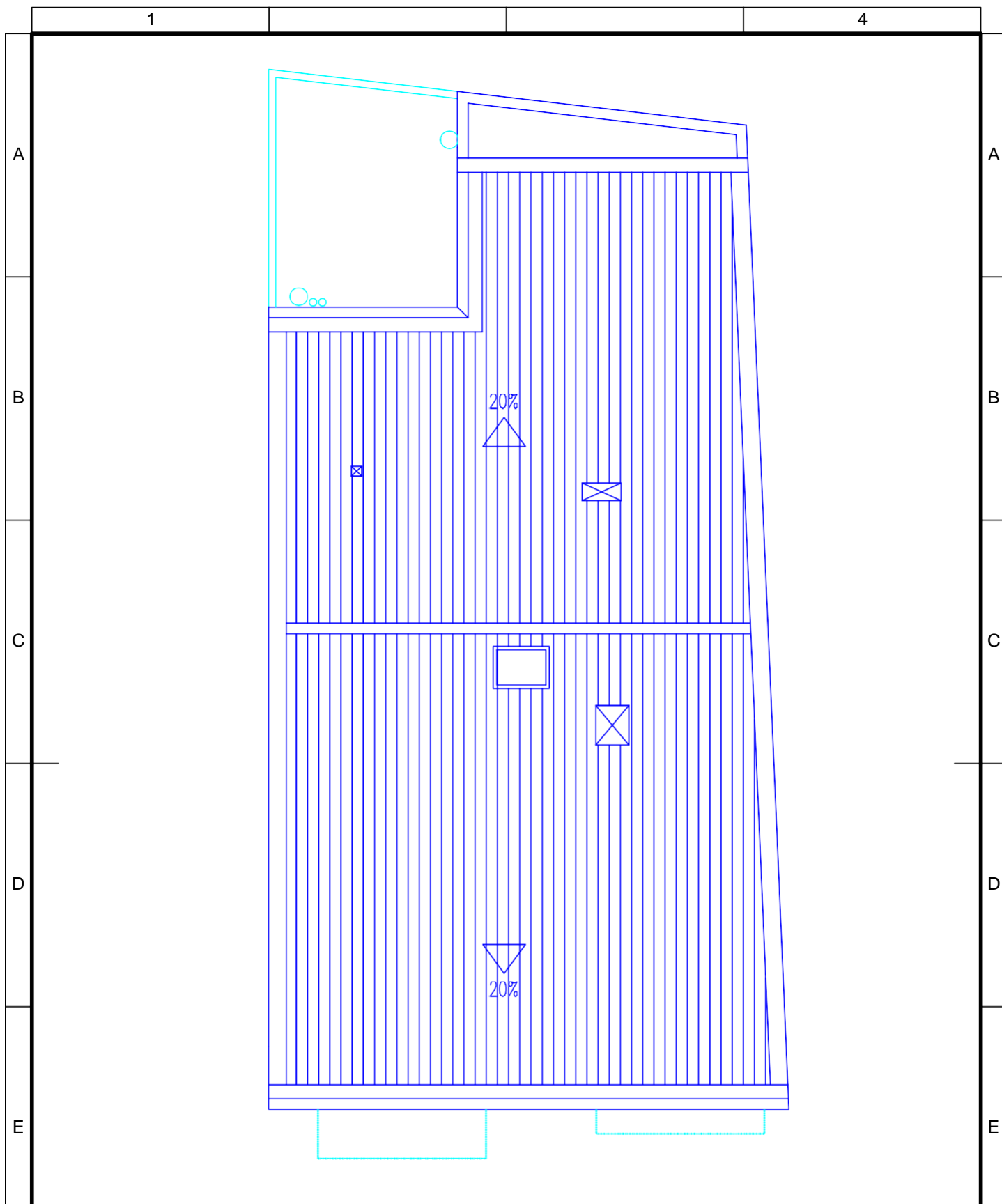






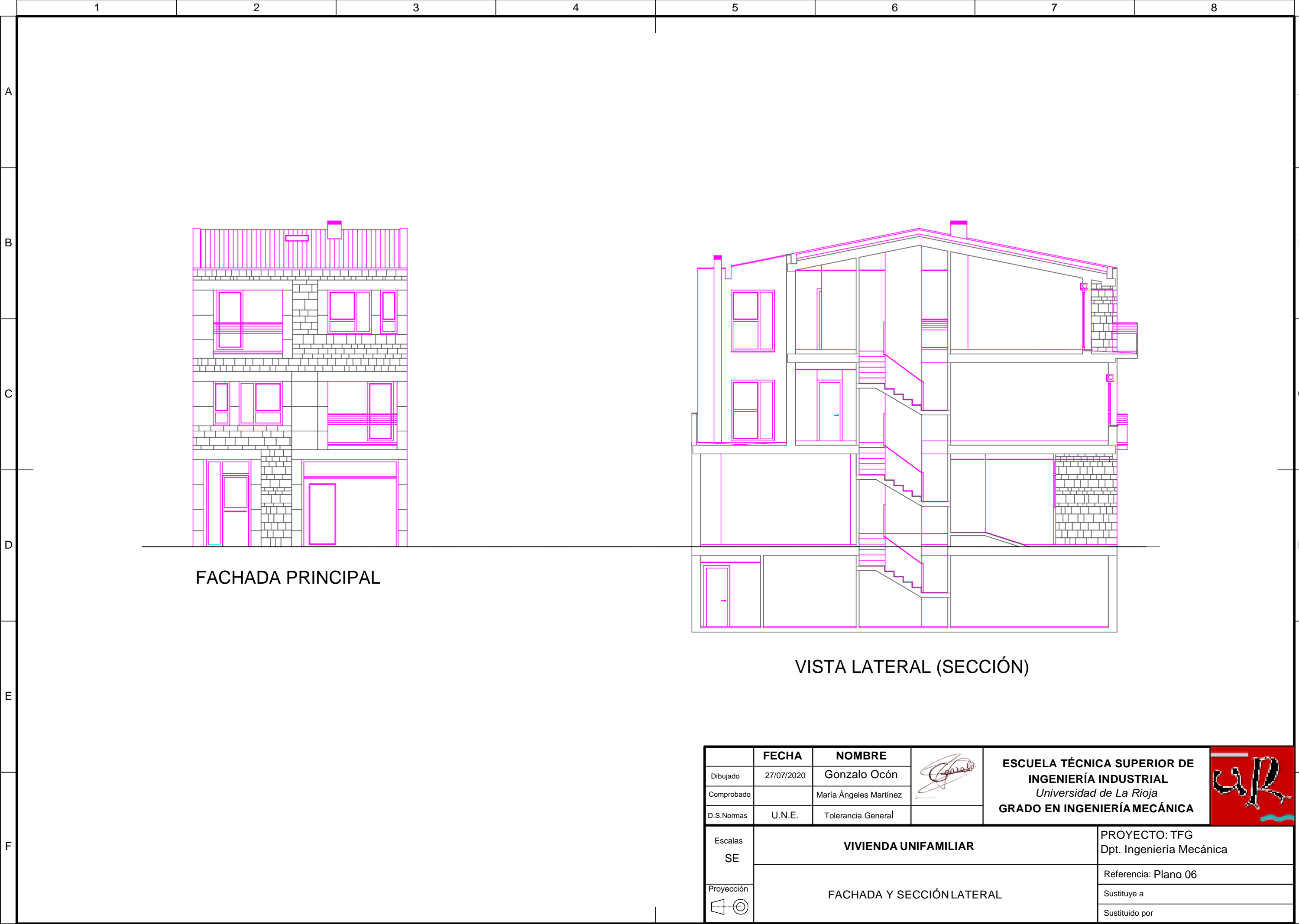
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Universidad de La Rioja GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado	27/07/2020	Gonzalo Ocón			
Comprobado		María Ángeles Martínez			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General			

Escalas	VIVIENDA UNIFAMILIAR	PROYECTO: TFG Dpt. Ingeniería Mecánica
Proyección 	SEGUNDA PLANTA  DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES	Referencia: Plano 04
		Sustituye a
		Sustituido por








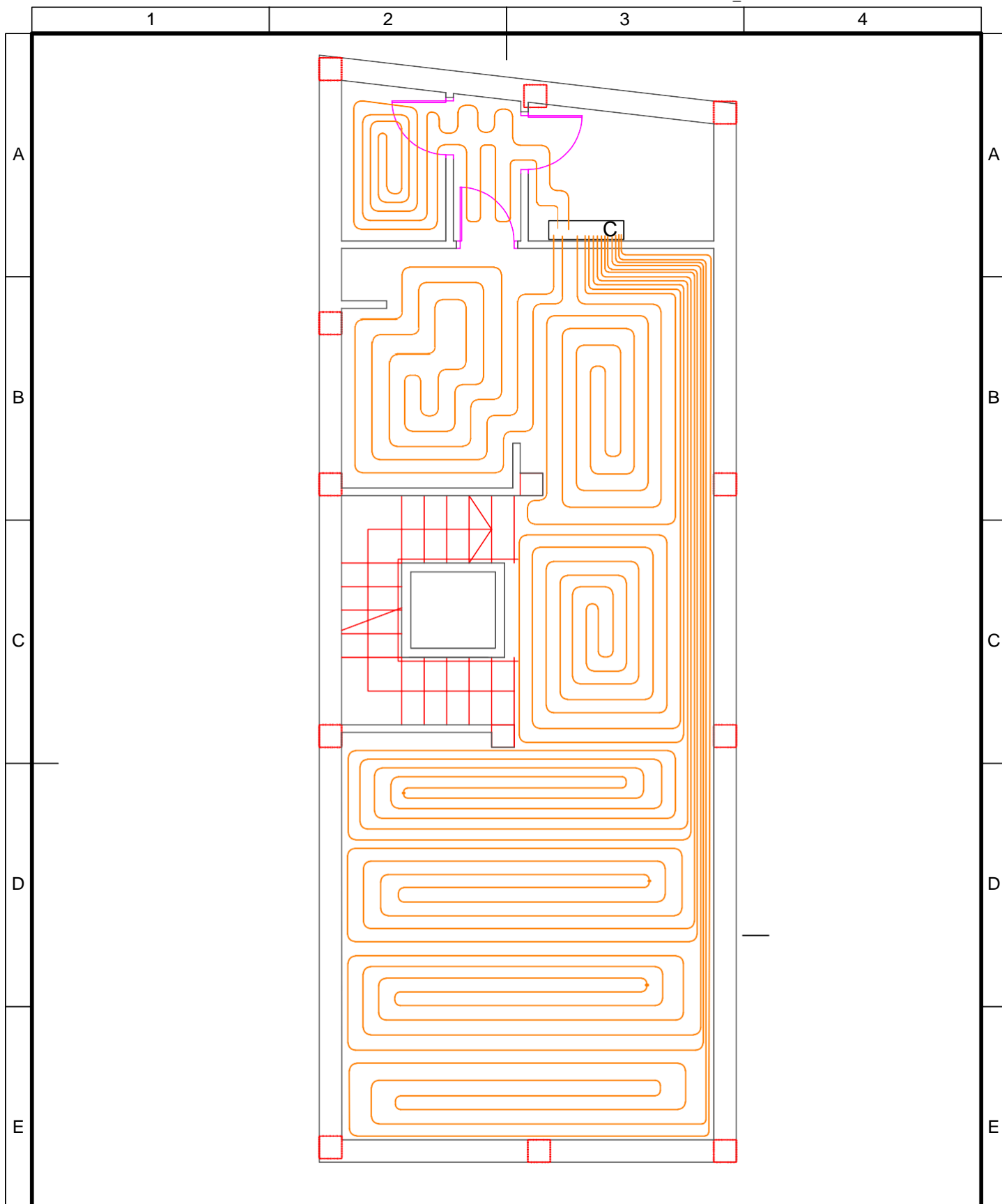
	<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b> <i>Universidad de La Rioja</i> <b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
Dibujado	27/07/2020	Gonzalo Ocón			
Comprobado		María Ángeles Martínez			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General			
F	Escalas	<b>VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>			PROYECTO: TFG Dpt. Ingeniería Mecánica
					<b>CUBIERTA</b>  <b>DISTRIBUCIÓN, AMUEBLAMIENTO Y SUPERFICIES</b>
		Referencia: Plano 05			
		Sustituye a			
					Sustituido por





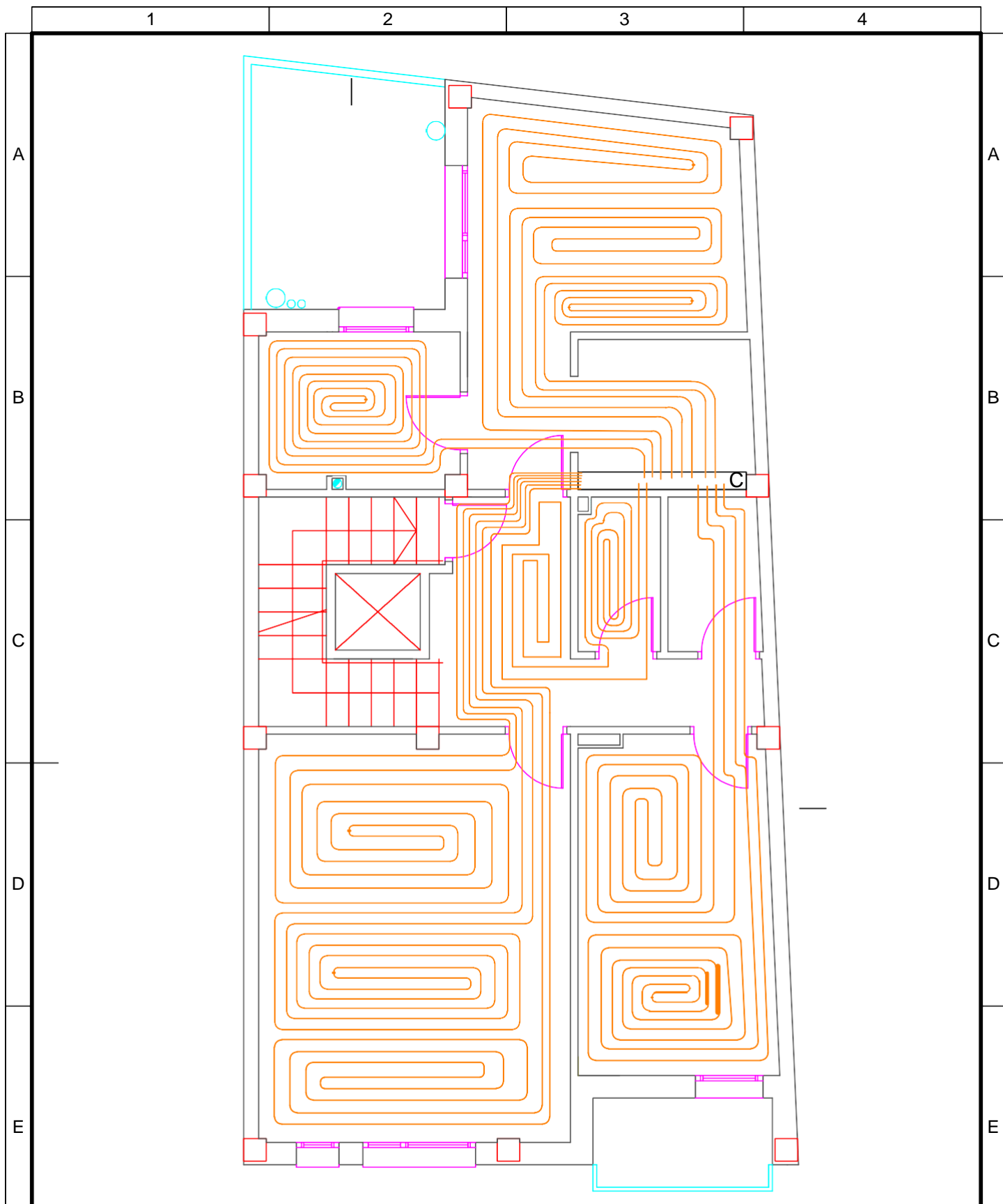
FACHADA PRINCIPAL




VISTA LATERAL (SECCIÓN)

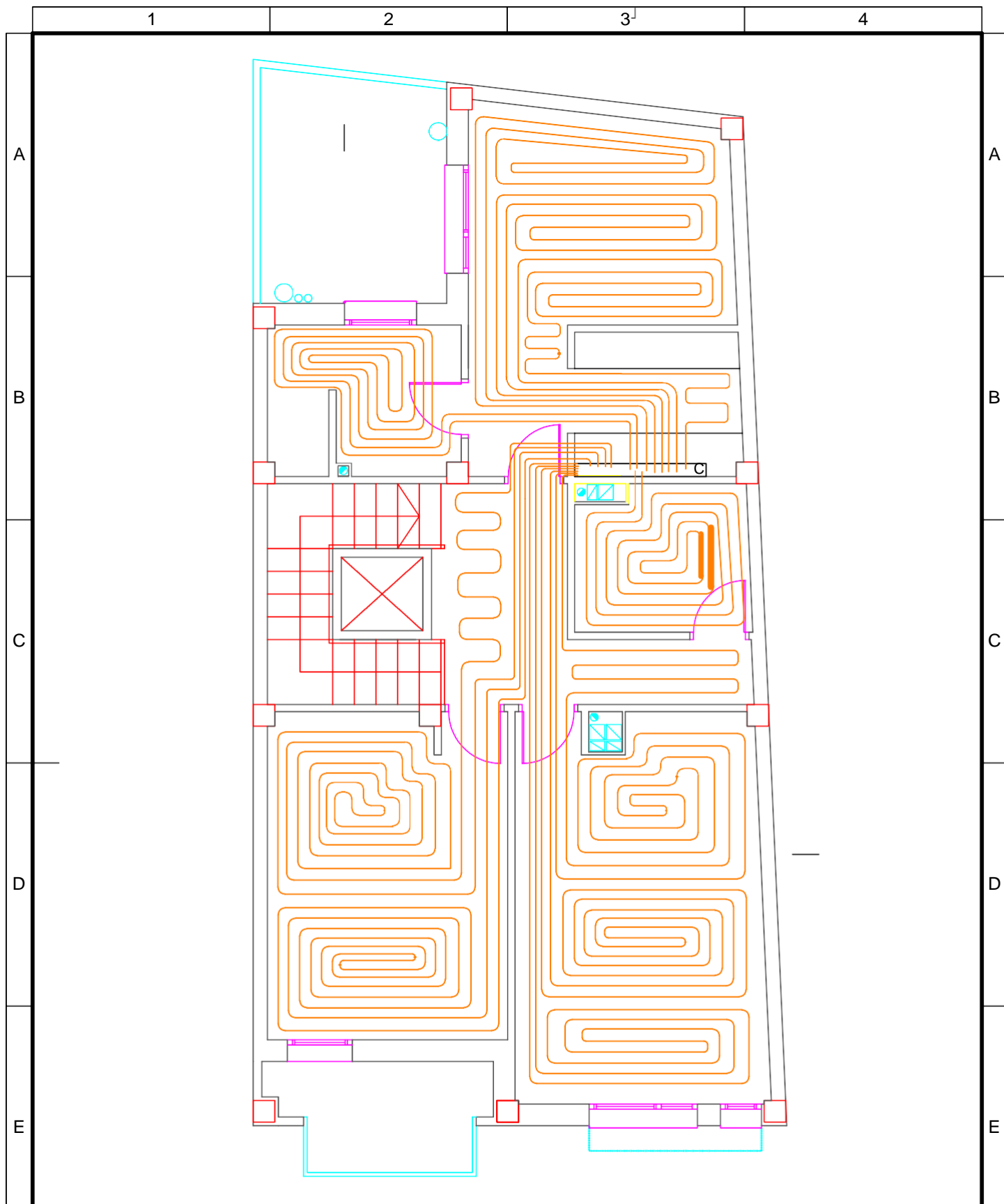
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado	27/07/2020	Gonzalo Ocón			
Comprobado		María Ángeles Martínez			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General			
Escalas SE	VIVIENDA UNIFAMILIAR			PROYECTO: TFG Dpt. Ingeniería Mecánica	
Proyección 				Referencia: Plano 06	
	FACHADA Y SECCIÓN LATERAL			Sustituye a	
				Sustituido por	



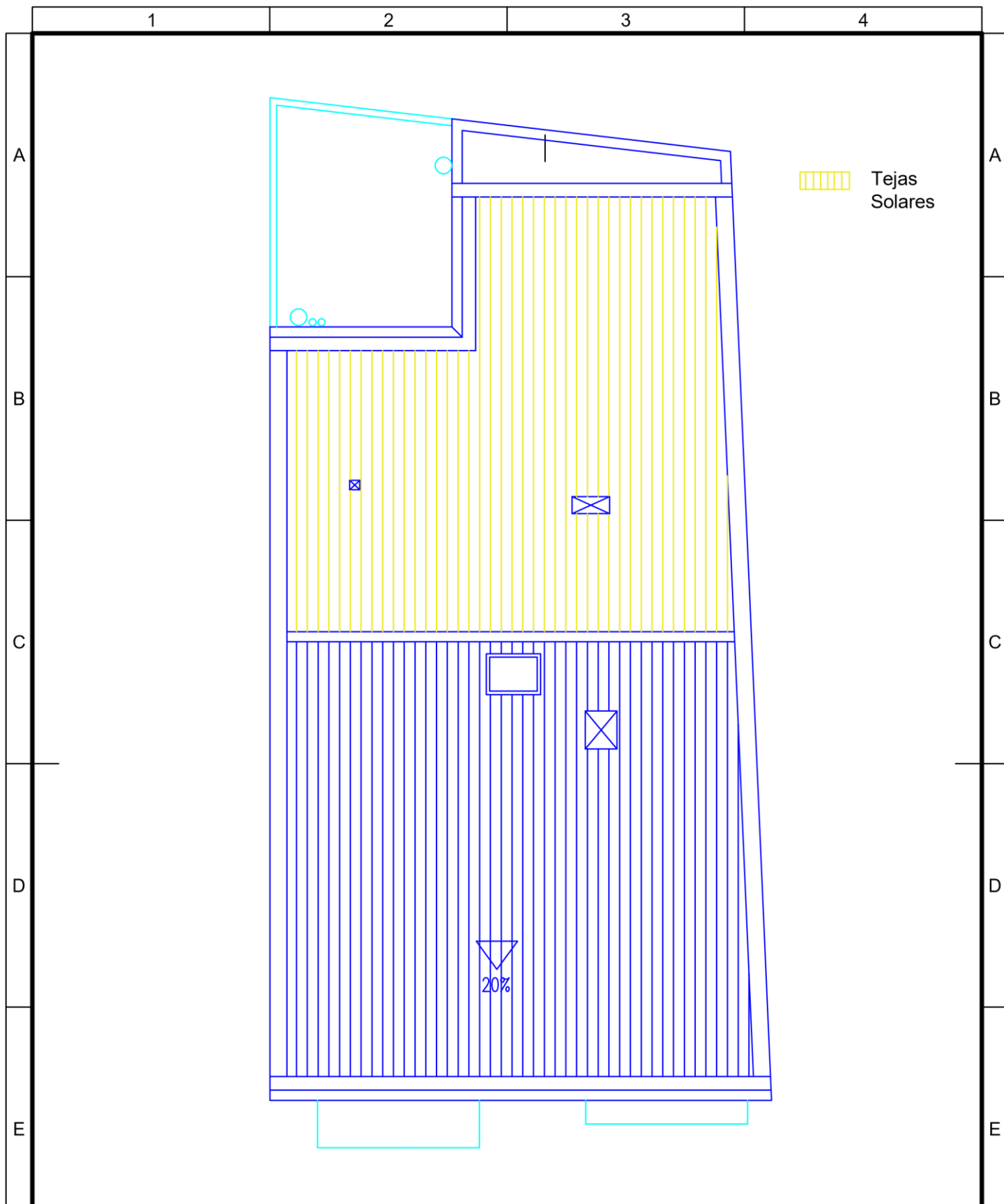
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Universidad de La Rioja GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado	31/08/2020	Gonzalo Ocón			
Comprobado		María Ángeles Martínez			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General			
<div>Escalas</div> <div>Proyección</div> <div></div>	VIVIENDA UNIFAMILIAR			PROYECTO: TFG Dpt. Ingeniería Mecánica	
				SUELO RADIANTE	
	Sustituye a				
	Sustituido por				
SÓTANO					






		FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Universidad de La Rioja GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
	Dibujado	27/08/2020	Gonzalo Ocón			
	Comprobado		María Ángeles Martínez			
	D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General			
F	Escalas	VIVIENDA UNIFAMILIAR			PROYECTO: TFG Dpt. Ingeniería Mecánica	
					Referencia: Plano 08	
	Proyección	SUELO RADIANTE  PRIMERA PLANTA			Sustituye a	
					Sustituido por	
						



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Universidad de La Rioja GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado	27/08/2020	Gonzalo Ocón			
Comprobado		María Ángeles Martínez			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General			
Escalas	VIVIENDA UNIFAMILIAR				PROYECTO: TFG Dpt. Ingeniería Mecánica
					Referencia: Plano 09
Proyección 	SUELO RADIANTE  SEGUNDA PLANTA				Sustituye a
					Sustituido por



	<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b> <i>Universidad de La Rioja</i> <b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
Dibujado	31/08/2020	Gonzalo Ocón			
Comprobado		María Ángeles Martínez			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia General			
F	Escalas	<b>VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>			PROYECTO: TFG Dpt. Ingeniería Mecánica
	Proyección	<b>COLOCACIÓN TEJAS SOLARES</b>			Referencia: Plano 10
					Sustituye a
					Sustituido por



UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Pliego de Condiciones

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**



# Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza





## Índice Pliego de Condiciones

1	CAPÍTULO PRELIMINAR: DISPOSICIONES GENERALES .....	7
1.1	Naturaleza y objeto del pliego general .....	7
1.2	Documentación del contrato de obra .....	7
2	CAPÍTULO I: CONDICIONES FACULTATIVAS .....	7
2.1	Epígrafe 1.º: Delimitación General de Funciones Técnicas .....	7
2.1.1	El Director de Obra .....	7
2.1.2	El Director Facultativo .....	8
2.1.3	El Constructor .....	8
2.1.4	El Coordinador de Gremios .....	9
2.2	Epígrafe 2.º: De las Obligaciones y Derechos Generales Del Constructor o Contratista .....	9
2.2.1	Verificación de los Documentos del Proyecto .....	9
2.2.2	Plan de Seguridad e Higiene .....	9
2.2.3	Oficina en la Obra .....	9
2.2.4	Representación del Contratista .....	10
2.2.5	Presencia del Constructor en la Obra .....	10
2.2.6	Trabajos no Estipulados Expresamente .....	10
2.2.7	Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos del Proyecto .....	11
2.2.8	Reclamaciones contra las Órdenes de la Dirección Facultativa .....	11
2.2.9	Recusación por el Contratista del Personal Nombrado por el Ingeniero .....	11
2.2.10	Faltas del Personal .....	11
2.3	Epígrafe 3.º: Prescripciones Generales Relativas a los Trabajos, a los Materiales y a los Medios Auxiliares .....	12
2.3.1	Comienzo de la Obra. Ritmo de Ejecución de los Trabajos .....	12
2.3.2	Orden de los Trabajos .....	12
2.3.3	Facilidades para otros Contratistas .....	12
2.3.4	Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor .....	12
2.3.5	Prórroga por Causa de Fuerza Mayor .....	12
2.3.6	Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra .....	13
2.3.7	Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos .....	13



2.3.8	Obras Ocultas .....	13
2.3.9	Trabajos Defectuosos.....	13
2.3.10	Procedencia de los Materiales y de los Aparatos.....	14
2.3.11	Presentación de Muestras.....	14
2.3.12	Materiales No Utilizables.....	14
2.3.13	Materiales y Aparatos Defectuosos.....	14
2.3.14	Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos .....	15
2.3.15	Limpieza de las Obras .....	15
2.3.16	Obras sin Prescripciones .....	15
2.4	Epígrafe 4.º: Recepciones de edificios y obras ajenas .....	15
2.4.1	Documentación Final de la Obra .....	15
2.4.2	Medición Definitiva de los Trabajos y Liquidación Provisional de la Obra.....	15
2.4.3	Plazo de Garantía .....	15
2.4.4	Conservación de las Obras Recibidas Provisionalmente .....	15
2.4.5	Recepción Definitiva.....	16
2.4.6	Prórroga del Plazo de Garantía.....	16
2.4.7	Recepciones de Trabajos Cuya Contrata Haya Sido Rescindida.....	16
3	CAPÍTULO II: CONDICIONES ECONÓMICAS .....	16
3.1	Epígrafe 1.º: Principio General.....	16
3.2	Epígrafe 2.º: Fianzas y Garantías .....	16
3.2.1	Fianza Provisional .....	17
3.2.2	Ejecución de Trabajos con Cargo a la Fianza .....	17
3.2.3	De Su Devolución en General .....	17
3.2.4	Devolución de la Fianza o Garantía en el Caso de Efectuarse Recepciones Parciales.....	17
3.3	Epígrafe 3.º: Precios .....	17
3.3.1	Composición de los Precios Unitarios .....	17
3.3.2	Precios de Contrata. Importe de Contrata .....	18
3.3.3	Precios Contradictorios .....	18
3.3.4	Reclamaciones de Aumento de Precios por Causas Diversas..	19
3.3.5	Formas Tradicionales de Medir o de Aplicar los Precios.....	19
3.3.6	De la Revisión de los Precios Contratados .....	19
3.3.7	Acopio de Materiales .....	19



3.4	Epígrafe 4.º: Valoración y Abono de los Trabajos.....	20
3.4.1	Formas Varias de Abono de las Obras.....	20
3.4.2	Relaciones Valoradas y Certificaciones .....	20
3.4.3	Mejoras de Obras Libremente Ejecutadas .....	21
3.4.4	Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada .....	21
3.4.5	Abono de Agotamientos, Ensayos y Otros Trabajos Especiales no Contratados.....	22
3.4.6	Pagos .....	22
3.4.7	Abono de Trabajos Ejecutados Durante el Plazo de Garantía ..	22
3.5	Epígrafe 6.º: Indemnizaciones Mutuas.....	23
3.5.1	Importe de la Indemnización por Retraso no Justificado en el Plazo de Terminación de las Obras .....	23
3.5.2	Demora de los Pagos .....	23
3.6	Epígrafe 7.º: Varios .....	23
3.6.1	Mejoras y Aumentos de Obra. Casos Contrarios .....	23
3.6.2	Unidades de Obra Defectuosas Pero Aceptables .....	24
3.6.3	Seguro de las Obras.....	24
3.6.4	Conservación de la Obra.....	25
3.6.5	Uso Por el Contratista de Edificio o Bienes del Propietario .....	25
4	CAPÍTULO III: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	25
4.1	Epígrafe 1.º: Condiciones Generales .....	25
4.1.1	Calidad de los materiales .....	26
4.1.2	Pruebas y Ensayos de Materiales .....	26
4.1.3	Materiales no Consignados en Proyecto .....	26
4.1.4	Condiciones Generales de Ejecución.....	26
4.2	Epígrafe 2.º: Condiciones Para la Ejecución de las Unidades de Obra.....	27
4.2.1	Calefacción y ACS .....	27
4.2.2	Suelos .....	33
5	CAPÍTULO IV: ANEXOS AL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	36
5.1	Epígrafe 1.º: Condiciones Térmicas en los Edificios NBE-CT-79.....	36
5.1.1	Condiciones Técnicas Exigibles a los Materiales Aislantes.....	36
5.1.2	Control, Recepción y Ensayos de los Materiales Aislantes .....	37
5.1.3	Ejecución.....	37
5.1.4	Obligaciones del Constructor .....	38



5.1.5	Obligaciones de la Dirección Facultativa.....	38
5.2	Epígrafe 2.º: Limitación de la demanda energética en los edificios DB-HE1.....	38
5.2.1	Condiciones Técnicas Exigibles a los Materiales Aislantes.....	38
5.2.2	Control de Recepción en Obra de Productos .....	38
5.2.3	Construcción y Ejecución .....	38
5.2.4	Control de la Ejecución de la Obra .....	38
5.2.5	Control de la Obra Terminada .....	39
6	CAPÍTULO V: NORMATIVA OFICIAL .....	39
6.1	Epígrafe Único: Normativa de Obligado Cumplimiento .....	39
6.2	Normativa Técnica Aplicable.....	39
6.2.1	Aislamiento .....	39
6.2.2	Calefacción y Agua Caliente Sanitaria .....	39
6.2.3	Condiciones de Habitabilidad .....	41
6.2.4	Control de Calidad.....	41
6.2.5	Proyectos .....	41
6.2.6	Seguridad e Higiene en el Trabajo .....	41



## **1 CAPÍTULO PRELIMINAR: DISPOSICIONES GENERALES**

### **1.1 Naturaleza y objeto del pliego general**

Artículo 1.- El presente Pliego de Condiciones particulares del Proyecto tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero y al Ingeniero Técnico, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

### **1.2 Documentación del contrato de obra**

Artículo 2.- Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1.º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.

2.º El presente Pliego de Condiciones particulares.

3.º El Pliego General de Condiciones de la Dirección general de Arquitectura.

4.º El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de La Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

## **2 CAPÍTULO I: CONDICIONES FACULTATIVAS**

### **2.1 Epígrafe 1.º: Delimitación General de Funciones Técnicas**

#### **2.1.1 El Director de Obra**

Artículo 3.- Corresponde al Arquitecto, Ingeniero o Ingeniero Técnico según el tipo de proyecto (artículo 2 de la Ley 38/1999, de ordenación de la edificación):

a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.

b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Ingeniero Técnico, el certificado final de la misma.

### 2.1.2 El Director Facultativo

Artículo 4.- Corresponde al Director Ejecutivo:

- a) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el artículo 1.4. de las Tarifas de Honorarios aprobadas por R.D. 314/1979, de 19 de Enero.
- b) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- c) Redactar, cuando se requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de seguridad e higiene para la aplicación del mismo.
- d) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor. ,
- e) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- f) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de buenas construcciones.

### 2.1.3 El Constructor

Artículo 5.- Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c) Suscribir con el Ingeniero o Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.



- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- g) Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales y precios para el cumplimiento de su cometido.
- h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- i) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

#### 2.1.4 El Coordinador de Gremios

Artículo 6.- Corresponde al Coordinador de Gremios:

Todas las funciones definidas para el constructor en el artículo 5. Le será aplicable todo lo dispuesto en el presente Pliego de Condiciones Particulares para el constructor.

## **2.2 Epígrafe 2.º: De las Obligaciones y Derechos Generales Del Constructor o Contratista**

#### 2.2.1 Verificación de los Documentos del Proyecto

Artículo 7.- Antes de dar comienzo las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

#### 2.2.2 Plan de Seguridad e Higiene

Artículo 8.- El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra para la aprobación del Ingeniero Técnico de la dirección facultativa.

#### 2.2.3 Oficina en la Obra

Artículo 9.- El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los componentes que en su caso redacte el Ingeniero.
- La Licencia de Obras.



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

### 2.2.4 Representación del Contratista

Artículo 10.- El Constructor viene obligado a comunicar a la Propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competen a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

### 2.2.5 Presencia del Constructor en la Obra

Artículo 11.- El Jefe de Obra, por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero o Ingeniero Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### 2.2.6 Trabajos no Estipulados Expresamente

Artículo 12.- Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reforma de Proyecto con consentimiento expreso de la Propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad





de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

#### 2.2.7 Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos del Proyecto

Artículo 13.- Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba, tanto del Ingeniero Técnico como del Ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuna hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Artículo 14.- El Constructor podrá requerir del Ingeniero o Ingeniero Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

#### 2.2.8 Reclamaciones contra las Órdenes de la Dirección Facultativa

Artículo 15.- Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de La Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero o Ingeniero Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### 2.2.9 Recusación por el Contratista del Personal Nombrado por el Ingeniero

Artículo 16.- El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros, Ingenieros Técnicos o personal encargado por estos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de estos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### 2.2.10 Faltas del Personal

Artículo 17.- El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 18.- El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el



Pliego de Condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

## **2.3 Epígrafe 3.º: Prescripciones Generales Relativas a los Trabajos, a los Materiales y a los Medios Auxiliares**

### **2.3.1 Comienzo de la Obra. Ritmo de Ejecución de los Trabajos**

Artículo 21.- El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el cliente, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero o Ingeniero Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### **2.3.2 Orden de los Trabajos**

Artículo 22.- En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

### **2.3.3 Facilidades para otros Contratistas**

Artículo 23.- De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva La Dirección Facultativa.

### **2.3.4 Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor**

Artículo 24.- Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

### **2.3.5 Prórroga por Causa de Fuerza Mayor**

Artículo 25.- Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminirlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe



favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### 2.3.6 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra

Artículo 26.- El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### 2.3.7 Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos

Artículo 27.- Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero o Ingeniero Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 11.

#### 2.3.8 Obras Ocultas

Artículo 28.- De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero; otro, al Aparejador; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### 2.3.9 Trabajos Defectuosos

Artículo 29.- El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole técnica" del Pliego de Condiciones Particulares y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo



contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

#### 2.3.10 Procedencia de los Materiales y de los Aparatos

Artículo 31.- El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el “Pliego Particular de Condiciones Técnicas” preceptúe una procedencia determinada. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### 2.3.11 Presentación de Muestras

Artículo 32.- A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### 2.3.12 Materiales No Utilizables

Artículo 33.- El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### 2.3.13 Materiales y Aparatos Defectuosos

Artículo 34.- Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero a instancias del Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.



#### 2.3.14 Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos

Artículo 35.- Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### 2.3.15 Limpieza de las Obras

Artículo 36.- Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

#### 2.3.16 Obras sin Prescripciones

Artículo 37.- En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Pliego General de la Dirección General de Arquitectura, o en su defecto, en lo dispuesto en las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), cuando estas sean aplicables.

### **2.4 Epígrafe 4.º: Recepciones de edificios y obras ajenas**

#### 2.4.1 Documentación Final de la Obra

Artículo 39.- El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente y, si se trata de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5 del artículo 4.º del Real Decreto 515/1989 de 21 de Abril.

#### 2.4.2 Medición Definitiva de los Trabajos y Liquidación Provisional de la Obra

Artículo 40.- Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### 2.4.3 Plazo de Garantía

Artículo 41.- El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses.

#### 2.4.4 Conservación de las Obras Recibidas Provisionalmente

Artículo 42.- Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.



Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

#### **2.4.5 Recepción Definitiva**

Artículo 43.- La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán solo subsistentes todas responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

#### **2.4.6 Prórroga del Plazo de Garantía**

Artículo 44.- Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero-Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquéllos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

#### **2.4.7 Recepciones de Trabajos Cuya Contrata Haya Sido Rescindida**

Artículo 45.- En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 35. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en los artículos 40 y 41 de este Pliego.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

### **3 CAPÍTULO II: CONDICIONES ECONÓMICAS**

#### **3.1 Epígrafe 1.º: Principio General**

Artículo 46.- Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

Artículo 47.- La Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

#### **3.2 Epígrafe 2.º: Fianzas y Garantías**

Artículo 48.- El Contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor.



### 3.2.1 Fianza Provisional

Artículo 49.- En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

### 3.2.2 Ejecución de Trabajos con Cargo a la Fianza

Artículo 50.- Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. El Ingeniero-Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza o garantía no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### 3.2.3 De Su Devolución en General

Artículo 51.- La fianza o garantía retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La Propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.

### 3.2.4 Devolución de la Fianza o Garantía en el Caso de Efectuarse Recepciones Parciales

Artículo 52.- Si la Propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantía.

## 3.3 **Epígrafe 3.º: Precios**

### 3.3.1 Composición de los Precios Unitarios

Artículo 53.- El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.



c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

#### BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor.

#### PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más Costes Indirectos.

#### PRECIO DE CONTRATA

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

#### 3.3.2 Precios de Contrata. Importe de Contrata

Artículo 54.- En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el Contratista y la Propiedad.

#### 3.3.3 Precios Contradictorios

Artículo 55.- Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.





El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### 3.3.4 Reclamaciones de Aumento de Precios por Causas Diversas

Artículo 56.- Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

### 3.3.5 Formas Tradicionales de Medir o de Aplicar los Precios

Artículo 57.- En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en segundo lugar, al Pliego Particular de Condiciones particulares, y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

### 3.3.6 De la Revisión de los Precios Contratados

Artículo 58.- Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

### 3.3.7 Acopio de Materiales

Artículo 59.- El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva Propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.



### **3.4 Epígrafe 4.º: Valoración y Abono de los Trabajos**

#### **3.4.1 Formas Varias de Abono de las Obras**

Artículo 68.- Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Contrato suscrito entre Contratista y Propietario se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1.º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2.º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3.º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero-Director.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4.º Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Propietario determina.

5.º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

#### **3.4.2 Relaciones Valoradas y Certificaciones**

Artículo 69.- En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el Contrato suscrito entre Contratista y Propietario, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de



envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### **3.4.3 Mejoras de Obras Libremente Ejecutadas**

Artículo 70.- Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### **3.4.4 Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada**

Artículo 71.- Salvo lo preceptuado en el Contrato suscrito entre Contratista y Propietario, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:



a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

#### **3.4.5 Abono de Agotamientos, Ensayos y Otros Trabajos Especiales no Contratados**

Artículo 72.- Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Contrato suscrito entre Contratista y Propietario.

#### **3.4.6 Pagos**

Artículo 73.- Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

#### **3.4.7 Abono de Trabajos Ejecutados Durante el Plazo de Garantía**

Artículo 74.- Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1.º Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el Contrato suscrito entre Contratista y Propietario, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto



en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2.º Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3.º Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

### **3.5 Epígrafe 6.º: Indemnizaciones Mutuas**

#### **3.5.1 Importe de la Indemnización por Retraso no Justificado en el Plazo de Terminación de las Obras**

Artículo 75.- La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el Contrato suscrito entre Contratista y Propietario, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### **3.5.2 Demora de los Pagos**

Artículo 76.- Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el Contratista tendrá además el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito entre Contratista y Propietario, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación. Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante, lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### **3.6 Epígrafe 7.º: Varios**

#### **3.6.1 Mejoras y Aumentos de Obra. Casos Contrarios**

Artículo 77.- No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero- Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a



menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### 3.6.2 Unidades de Obra Defectuosas Pero Aceptables

Artículo 78.- Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### 3.6.3 Seguro de las Obras

Artículo 79.- El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.



#### 3.6.4 Conservación de la Obra

Artículo 80.- Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

#### 3.6.5 Uso Por el Contratista de Edificio o Bienes del Propietario

Artículo 81.- Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## **4 CAPÍTULO III: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **4.1 Epígrafe 1.º: Condiciones Generales**

El objeto del presente pliego es la ordenación de las condiciones técnicas que han de regir durante la ejecución de las obras de rehabilitación del proyecto.

La obra ha de ser ejecutada conforme a lo establecido en los documentos que conforman el presente proyecto, siguiendo las condiciones establecidas en el contrato y las órdenes e instrucciones dictadas por la dirección facultativa de la obra, bien oralmente o por escrito.

Cualquier modificación en obra, se pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá ser realizada.



Se acometerán los trabajos cumpliendo con lo especificado en el apartado de condiciones técnicas de la obra y se emplearán materiales que cumplan con lo especificado en el mismo.

Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente especialmente a la de obligado cumplimiento.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

Como documento subsidiario para aquellos aspectos no regulados en el presente pliego se adoptarán las prescripciones recogidas en el Pliego General de Condiciones Técnicas de la Edificación publicado por los Consejos Generales de la Arquitectura y de la Arquitectura Técnica de España.

#### 4.1.1 Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

#### 4.1.2 Pruebas y Ensayos de Materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

#### 4.1.3 Materiales no Consignados en Proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el Constructor derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### 4.1.4 Condiciones Generales de Ejecución

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.





## **4.2 Epígrafe 2.º: Condiciones Para la Ejecución de las Unidades de Obra**

### **4.2.1 Calefacción y ACS**

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia.

#### **Calderas.**

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de industria y Energía y dispondrán de la etiqueta de identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante e importador en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal.

Las calderas estarán construidas para poder ser equipadas con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión.

Todos los aparatos de producción de calor en donde, por un defecto de funcionamiento, se puedan producir concentraciones de gases inflamables, o polvo de carbón, con potencia superior a 100 Kw., estarán provistos de dispositivos de antiexplosivos.

Las calderas estarán provistas de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles, para su limpieza y control.

Los aparatos para la regulación del tiro, cuando estén permitidos, en los aparatos de producción de calor, deben estar provistos de indicadores correspondientes a las posiciones abierto y cerrado, y permanecer estables en estas posiciones o en cualquier intermedia.

Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar la llama.

El fabricante de la caldera deberá suministrar, en la documentación de la misma, los datos exigidos en la ITE. 04.9 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Funcionando en régimen normal con la caldera limpia, la temperatura de los humos, medida a la salida de la caldera, no será superior a 240°C, en las calderas de producción de agua caliente sanitaria, salvo que el fabricante especifique en la placa de la caldera una temperatura superior, entendiéndose que con esta temperatura se mantienen los rendimientos mínimos exigidos.

Las calderas estarán colocadas en su posición definitiva sobre una base incombustible y que no se altere a la temperatura que normalmente va a soportar. No se deberán ir colocadas directamente sobre tierra, sino sobre una cimentación apropiada.



Se deberán cumplir todas las exigencias indicadas en la ITE.04.9.2, siendo esta responsabilidad directa del fabricante de calderas.

Los quemadores deberán ser de un modelo homologado por el ministerio de Industria y Energía y dispondrán de una etiqueta de identificación energética que cumpla con lo especificado en la ITE.04.10.1. No tendrá en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras, ni señales de haber sido sometido a malos tratos antes o durante la instalación.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas. Los quemadores de combustibles líquidos cumplirán la legislación vigente, se montarán perfectamente alineados con la caldera, sujetos rígidamente a la misma o a una base soporte.

Su funcionamiento será silencioso y no transmitirá vibraciones ni ruidos a la instalación o suelo. El nivel máximo de presión sonora (referencia 20 Pa), que los quemadores deben producir en la sala de calderas, no excederá de 70 dBA con toda la maquinaria en funcionamiento, realizando la medida en el centro de la sala a 1,50 m de altura.

Serán fácilmente accesibles todas las partes de los elementos que requieran limpieza, entretenimiento o ajuste. Para realizar estas operaciones se admite la posibilidad de desplazar el quemador de su posición de trabajo, sin necesidad de realizar nuevos ajustes en su colocación.

Además, cumplirán con las condiciones de seguridad y contarán con los elementos de seguridad señalados en la ITE.04.12.

Los quemadores cumplirán con la reglamentación vigente y con lo indicado en la ITE.04.10.

Todos los equipos y aparatos utilizados en la instalación deberán soportar una presión inferior de prueba equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 kPa, sin presentar deformaciones, goteos, roturas, exudaciones ni fugas.

### **Emisores.**

Las prestaciones de las unidades de intercambio de calor, radiadores, convectores, ventilo convectores, etc., serán las indicadas por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia del 5%.

Las condiciones de ensayo de los equipos se especificarán en cada caso.

En los tubos de aletas, el rendimiento comprobado en laboratorio se mantendrá después de haber sometido a la unidad a diez ciclos de cambios bruscos de temperatura, circulando por su interior, sucesivamente el fluido a la temperatura de régimen y a la temperatura ambiente.

Cualquier material empleado en la construcción e instalación de los equipos utilizados en las instalaciones de calefacción, climatización y A.C.S., deberá ser resistente a las acciones a que este sometido en las condiciones de trabajo, de forma que no podrá deteriorarse o envejecer prematuramente en condiciones



normales de utilización, y en especial a temperaturas extremas según su respectivo régimen de funcionamiento.

### **Valvulería, tuberías y accesorios.**

Los materiales empleados en las canalizaciones de instalaciones serán los indicados a continuación:

- Conducción de combustibles líquidos: acero o cobre y sus aleaciones. Para estas canalizaciones no se empleará aluminio.
- Conducciones de gas: Para los gases se emplearán las tuberías indicadas en su reglamentación específica.
- Conducciones de agua caliente, agua refrigerada o vapor a baja presión: Cobre, latón, acero negro soldado o estirado sin soldadura. Cuando la temperatura no sobrepase los 53°C, se podrá utilizar hierro galvanizado o tubería de plástico homologada. Para agua caliente sanitaria no se admitirán conducciones de acero negro soldado.
- Conducciones de agua para refrigeración de condensadores: Se podrán utilizar los mismos materiales que para el agua caliente, enfriado o vapor a baja presión si el circuito es cerrado. En caso contrario no se empleará tubo de acero negro. En cualquier caso, se podrá utilizar tubería de plástico homologada.
- Alimentación de agua fría: Tubos de acero galvanizado, cobre o plástico (PVC o polietileno).
- Instalaciones frigoríficas: Las tuberías para instalaciones frigoríficas cumplirán la ITE.04.2 del R.I.T.E.

Los tubos de acero negro tendrán como mínimo la calidad marcada en las normas UNE-

19.040 o 19.041. Los accesorios serán de fundición maleable. Cuando se empleen tubos estirados de cobre, responderán a las calidades exigidas en las normas UNE-37.107, 37.116, 37.117, 37.131, 37.141.

Los elementos de anclaje y guiado de las tuberías serán incombustibles y robustos.

Se utilizarán dilatadores de fuelle o dilatadores tipo lira. Estos serán de acero dulce o cobre cuando la tubería sea de cobre.

Para tuberías de acero forjado o fundido hasta 50 mm. se admiten accesorios roscados. Las tuberías cumplirán con lo dispuesto en la ITE.04.2.

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo será cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar los 20 cm.



Estas serán estancas, interior y exteriormente, a una presión hidráulica igual a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 kPa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 kPa. deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que puede estar sometida.

Las válvulas y grifos de hasta 50 mm. de diámetro nominal estarán construidas en bronce o latón. Para diámetros superiores serán de fundición y bronce, o bronce cuando la presión que van a soportar no sea superior a 400 kPa. Y de acero o acero y bronce para presiones mayores.

Los espesores mínimos de metal de los accesorios para embridar o roscar serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a que hayan de estar sometidos.

Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Las válvulas termoestáticas para superficies de calefacción responderán a las siguientes características:

- Serán estancas en la posición cerrada para una presión diferencial de 100 kPa., y deberán soportar, sin perjuicio de sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre, provocados por elevación y disminución de temperatura, desde sus posiciones extremas.
- El coeficiente  $K_v = Q / (A_p)^{0,5}$ , en el que Q es el caudal en l/h y p la pérdida de carga en kPa, vendrá dado el fabricante para la pérdida de carga igual a 100 kPa, con una tolerancia del 5%.
- El intervalo nominal de regulación estará comprendido al menos entre 10 y 25°C, para pasar de un extremo a otro, el recorrido angular de la manecilla de regulación será de dos tercios de vuelta como mínimo, marcándose los intervalos correspondientes a grados centígrados.
- La válvula termostática tendrá una sensibilidad suficiente para pasar de un ambiente de 18°C a otro de 22°C, la cápsula alcance el equilibrio en menos de 45 minutos.
- La escala de temperatura de los termostatos ambiente estará comprendida el menos entre 10°C y 30°C, llevara marcadas las divisiones correspondientes a los grados centígrados, y se marcará la cifra cada cinco grados.
- El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la marcada por el indicador del termostato una vez establecida la condición de equilibrio, será como máximo de 1°C.
- El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5°C.



## Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

- El termostato resistirá, sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.
- Las válvulas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas.
- En la documentación se especificará la presión nominal. Resistirán sin deformación una presión igual a vez y media la presión nominal de las mismas. Esta presión nominal, cuando sea superior a 600 kPa relativos, vendrá marcada indeleblemente en el cuerpo de la válvula.
- El conjunto motor-válvula resistirá con agua a 90°C a una vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 kPa., 10.000 ciclos de apertura y cierre sin que por ello se modifiquen las características del conjunto, ni se dañen los contactos eléctricos si los tuviese.
- Con la válvula en posición cerrada, aplicando agua arriba una presión de agua fría de 100 kPa., no se perderá agua en cantidad superior al 3% de su caudal nominal, entendiéndose como tal el que procede con la válvula en posición abierta, una pérdida de carga de 100 kPa.
- El caudal nominal, definido en el párrafo anterior no diferirá de más de un 5% del dado por el fabricante de la válvula.
- Las sondas exteriores de temperatura tendrán la curva de respuesta con una pendiente definida por:  $(R_{22}-R_{20})/(Q_{22}-Q_{20})$ , siendo R y Q la resistencia eléctrica en ohmios y la temperatura a 22° y 20°C, respectivamente, con una tolerancia de 0,2°C, que no diferirá en más del 10% de la definida por el fabricante.
- Su tiempo de respuesta será tal que al pasar la sonda de su estado de equilibrio en un ambiente a 18°C a 22°C de temperatura, tarde menos de treinta minutos en alcanzar el 67% del valor de resistencia a 22°C.
- Los valores característicos de la sonda no se alterarán al estar esta sometida a la inclemencia de un ambiente exterior no protegido, a cuyo efecto la carcasa de la sonda proporcionara la debida protección sin detrimento de su sensibilidad. Los materiales de la sonda no sufrirán efectos de corrosión, en el ambiente exterior en que se ubique.
- La curva de respuesta de las sondas interiores de temperatura tendrá una pendiente definida por:  $(R_{25}-R_8)/(Q_{25}-Q_8)$ , donde R y Q no diferirán en más del 10% de los datos del fabricante.
- El tiempo de respuesta en las condiciones especificadas no será superior a 10 minutos.
- Las sondas de inmersión estarán constituidas por el elemento sensible construido con material metálico inoxidable y estanco a una presión hidráulica igual a vez y media la de servicio.



- La pendiente de la curva de resistencia-temperatura no diferirá en más de un 10% de la dada por el fabricante, para temperaturas comprendidas dentro del margen de utilización dado por el mismo.
- La respuesta en las condiciones definidas por las sondas exteriores no será superior a cinco minutos.
- El conjunto del equipo de regulación será tal que para tres temperaturas exteriores (-10°, 0° y 10°C), la temperatura del agua no diferirá en más de 2°C de la prevista.
- Cuando existan varias curvas de ajuste de la temperatura del agua en función de la exterior, se admitirá una tolerancia de 1°C por cada 5°C de corrección de una curva a otra.
- En los equipos de regulación neumáticos se permitirá para cada aparato de control, un mínimo de 6 cm<sup>3</sup>/sg., en condiciones normales. Las pérdidas en las membranas de los pistones utilizados no podrán ser superiores a 0,4 cm<sup>3</sup>/sg. en condiciones normales cuando estén sometidos a la presión de 140 kPa.

Las válvulas deberán cumplir lo dispuesto en la ITE.04.3 del R.I.T.E.

Los accesorios soldados podrán utilizarse para tuberías de diámetro comprendidos entre

10 y 600 mm. estarán proyectados y fabricados de modo que tengan, al menos, resistencia igual a la de la tubería sin costura a la cual van a estar unidos. Deberán cumplir con lo dispuesto en la ITE 04.4.

Donde se requieran accesorios especiales, reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al vapor de suministro en servicio.

El depósito de expansión será metálico o de otro material estanco y resistente a los esfuerzos que va a soportar.

En caso de ser metálico deberá protegerse contra la corrosión.

El depósito de expansión estará cerrado, salvo la ventilación y el rebosadero que existirán en los sistemas de vaso abierto.

La ventilación del vaso se realizará por su parte superior, de forma que se asegure que la presión dentro del mismo sea la atmosférica. Esta comunicación podrá realizarse a través del propio rebosadero, disponiendo en el mismo una comunicación directa con la atmósfera que no quede por debajo de la cota máxima del depósito.

En el caso de vaso de expansión cerrado, deberá soportar una presión hidráulica igual o superior a vez y media la de régimen, con un mínimo de 300 kPa sin que se produzcan fugas, exudaciones o deformaciones.

Los vasos de expansión cerrados que tengan asegurada la presión por colchón de aire deberán tener una membrana elástica que impida la disolución



de aquel en el agua. Esta tendrá timbrada la máxima presión capaz de soportar, que no será inferior a la de regulación de la válvula de seguridad de la instalación reducirá al mismo nivel.

#### 4.2.2 Suelos

Según lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) no presentará imperfecciones o irregularidades que supongan una diferencia de nivel de más de 6 mm;
- b) los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
- c) en zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.
- d) En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos.
- e) Excepto en edificios de uso Residencial Vivienda, la distancia entre el plano de una puerta de acceso a un edificio y el escalón más próximo a ella será mayor que 1200 mm y que la anchura de la hoja.
- f) en el caso de suelos flotantes, se cuidará que el material aislante cubra toda la superficie del forjado y no se vea interrumpida su continuidad y evitando también los contactos rígidos con los paramentos perimetrales.

### **Cerámicos**

#### Descripción

Revestimientos de suelos y escaleras en interiores y exteriores con baldosas cerámicas o mosaico cerámico de vidrio.

#### Materiales

- Baldosas:

Pueden ser gres esmaltado, porcelánico o rústico, baldosín catalán, barro cocido o azulejo. Estarán exentas de grietas o manchas y dispondrán de marcado CE según norma armonizada UNE-EN 14411.

- Mosaico:

De piezas cerámicas de gres o esmaltadas, o de baldosines de vidrio.

- Bases:

Entre el soporte y el embaldosado se colocará una base de arena, que puede llevar un conglomerante hidráulico, o una base de mortero pobre, para regularizar, nivelar, rellenar y desolidarizar, o base de mortero armado para

repartir cargas. En vez de base también se puede colocar una película de polietileno, fieltro luminoso o esterilla especial.

- Material de agarre:

Puede aplicarse una capa gruesa de mortero tradicional, o una capa de regularización y sobre ella una capa fina de adhesivos cementosos o hidráulicos o adhesivos de resinas de reacción. Las características del mortero se diseñarán en función del tipo de soporte y el espesor de la capa según las recomendaciones publicadas por AFAM y del fabricante.

Las mezclas preparadas, envasadas o a granel llevarán el nombre del fabricante, la cantidad de agua a añadir para obtener las resistencias deseadas y dispondrán de garantía documental del cumplimiento del marcado CE y deberán cumplir las condiciones indicadas en las normas armonizadas UNE-EN 998-2 para morteros de albañilería o la UNE-EN 12004 para adhesivos.

Los adhesivos llevarán impreso en su embalaje, además de la especificación del propio marcado CE y el tipo y clase de adhesivo, las instrucciones de uso que al menos determinarán la proporción de mezcla, tiempo de maduración, vida útil, modo de aplicación, tiempo abierto, tiempo hasta rejuntado y hasta permitir el tráfico y ámbito de aplicación.

- Material de rejuntado:

Lechada de cemento Portland o mortero de juntas.

Las características higrotérmicas de los materiales contemplados en el proyecto son:

Material	Conductividad térmica (W/mK)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Factor resistencia Vapor de agua
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000	30
Plaqueta o baldosa de gres	2,300	2500	30

Las características de los materiales puestos en obra tendrán las prestaciones señaladas anteriormente o superiores, de otro modo, habrán de ser autorizados previamente por la dirección facultativa.

Para más detalle se tendrá en cuenta lo especificado en el Catálogo de Elementos Constructivos del Código Técnico de la Edificación.

#### Puesta en obra

La superficie a revestir estará limpia, sin deformaciones, rugosa y ligeramente húmeda si el recibido se va a hacer con mortero y seca (humedad máxima del 3 %) si se hace con pasta adhesiva. Sobre superficies de hormigón es necesario esperar entre 40 y 60 días después del hormigonado. Si es necesario se picará la superficie o se le aplicará una imprimación para aumentar la adherencia y se aplicarán productos especiales para endurecer superficies disgregables.





Durante la puesta en obra se evitarán corrientes de aire, el soleamiento directo y la temperatura será de entre 5 y 30 °C.

Si el recibido se realiza con mortero, se espolvoreará cemento con el mortero todavía fresco antes de colocar las baldosas que estarán ligeramente húmedas. El rejuntado se hará 24 h. después de la colocación, con lechada de cemento si las juntas tienen una anchura menor de 3 mm y con mortero de cemento con arena muy fina si la anchura es mayor. La anchura mínima de las juntas será de 1,5 mm. También podrán emplearse morteros específicos de juntas en cuyo caso se a tenderá a lo dispuesto por el fabricante.

Si se va a utilizar adhesivo, la humedad del soporte será como máximo del 3 %. El adhesivo se colocará en cantidad según las indicaciones del fabricante y se asentarán las baldosas sobre ella en el periodo de tiempo abierto del adhesivo.

Se respetarán las juntas estructurales del edificio y se rellenarán con junta prefabricada, con fijación de metal inoxidable y fuelle elástico de neopreno o material elástico y fondo de junta compresible. En el encuentro con elementos verticales o entre pavimentos diferentes se dejarán juntas constructivas. Se dejarán juntas de dilatación en cuadrículas de 5 x 5 m en exterior y 9 x 9 m. en interior.

#### Control, criterios de aceptación y rechazo y verificaciones en el edificio terminado

El constructor facilitará documento de identificación de las baldosas e información de sus características técnicas, tendrán marca AENOR y en usos exigentes o cuando la dirección de obra lo disponga se les harán ensayos de características dimensionales, resistencia a flexión, a manchas después de la abrasión, pérdida de brillo, resistencia al rayado, deslizamiento a la helada y resistencia química. En el embalaje se indicará el nombre del fabricante y el tipo de baldosa.

Si el cemento dispone de distintivo de calidad reconocido oficialmente se comprobará la identificación, clase, tipo, categoría y distintivos, de otro modo la dirección facultativa podrá requerir la realización de ensayos de resistencia a compresión, tiempos de fraguado, expansión, pérdida al fuego, residuo insoluble, trióxido de azufre, cloruros, sulfuros, óxido de aluminio y puzolanidad, según EHE-08 y RC-08.

En aguas no potables sin experiencias previas se realizarán ensayos de exponente de hidrógeno pH, sustancias disueltas, sulfatos SO<sub>3</sub>, ión Cloro Cl<sup>-</sup>, hidratos de carbono y sustancias orgánicas solubles en éter, según EHE-08.

Se comprobará la identificación, tipo, tamaño y distintivos de las arenas pudiendo realizar ensayos de materia orgánica, granulometría y finos que pasan



por el tamiz 0,08 según EHE-08 si no disponen de sello de garantía. En cualquier caso, el árido dispondrá de marcado CE.

De los morteros preparados en obra se comprobará el tipo, dosificación y se realizarán ensayos de resistencia mecánica y consistencia con Cono de Abrams. Los morteros envasados o a granel se comprobará el marcado CE, el tipo y distintivos de calidad.

En el caso de utilizar adhesivos se requerirá marcado CE y en su caso los distintivos de calidad que disponga.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Planeidad entre baldosas adyacentes:  $\pm 1$  mm.
- Desviación máxima:  $\pm 4$  mm. por 2 m.
- Alienación de juntas de colocación:  $\pm 2$  mm. por 1 m.
- Desnivel horizontalidad: 0,5 %.

#### Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

Se medirá la superficie ejecutada, deduciendo huecos mayores de 0,5 m<sup>2</sup>.

#### Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

Regularmente se realizará una limpieza con agua y detergente adecuado.

Periódicamente se comprobará que no hay piezas fisuradas, rotas o desprendidas en cuyo caso es necesario avisar a un técnico cualificado.

El material de rejuntado se revisará y renovará si fuera necesario cada 5 años. En este trabajo se empleará lechada de cemento blanco o material específico para el rejuntado.

## **5 CAPÍTULO IV: ANEXOS AL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **5.1 Epígrafe 1.º: Condiciones Térmicas en los Edificios NBE-CT-79**

#### 5.1.1 Condiciones Técnicas Exigibles a los Materiales Aislantes

Serán como mínimo las especificadas en el cálculo del coeficiente de transmisión térmica de calor, que figura como anexo la memoria del presente



proyecto. A tal efecto, y en cumplimiento del Art. 5.1. del Anexo 5 de la NBE-CT-79, el fabricante garantizará los valores de las características higrotérmicas, que a continuación se señalan:

Conductividad térmica: Definida con el procedimiento o método de ensayo que en cada caso establezca la Comisión de Normas UNE correspondiente.

Densidad aparente: Se indicará la densidad aparente de cada uno de los tipos de productos fabricados.

Permeabilidad al vapor de agua: Deberá indicarse para cada tipo, con indicación del método de ensayo para cada tipo de material establezca la Comisión de Normas UNE correspondiente.

Absorción de agua por volumen: para cada uno de los tipos de productos fabricados.

Otras propiedades: en cada caso concreto según criterio de la dirección facultativa, en función del empleo y condiciones en que se vaya a colocar el material aislante, podrá además exigirse:

Resistencia a la compresión. Resistencia a la flexión.

Envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones. Deformación bajo carga (Módulo de elasticidad).

Comportamiento frente a parásitos. Comportamiento frente a agentes químicos. Comportamiento frente al fuego.

#### 5.1.2 Control, Recepción y Ensayos de los Materiales Aislantes

En cumplimiento del Art. 5.2. del Anexo 5 de la NBE-CT-79, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- El suministro de los productos será objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, ajustado a las condiciones particulares que figuran en el presente proyecto.
- El fabricante garantizará las características mínimas exigibles a los materiales, para lo cual, realizará los ensayos y controles que aseguran el autocontrol de su producción.
- Todos los materiales aislantes a emplear vendrán avalados por sello o marca de calidad, por lo que podrá realizarse su recepción, sin necesidad de efectuar comprobaciones o ensayos.

#### 5.1.3 Ejecución

Deberá realizarse conforme a las especificaciones de los detalles constructivos, contenidos en los planos del presente proyecto complementados con las instrucciones que la dirección facultativa dicte durante la ejecución de las obras.



#### 5.1.4 Obligaciones del Constructor

En cumplimiento del Art. 22 de la NBE-CT-79, el constructor realizará y comprobará los pedidos de los materiales aislantes de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto.

#### 5.1.5 Obligaciones de la Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa de las obras, comprobará que los materiales recibidos reúnen las características exigibles, así como que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto, en cumplimiento de los artículos 22 y 23

### **5.2 Epígrafe 2.º: Limitación de la demanda energética en los edificios DB-HE1**

#### 5.2.1 Condiciones Técnicas Exigibles a los Materiales Aislantes

Serán como mínimo las especificadas en el cálculo de los parámetros límite de transmitancia térmica y factor solar modificado, que figura como anexo la memoria del presente proyecto.

Los productos de construcción que componen la envolvente térmica del edificio se ajustarán a lo establecido en los puntos 4.1 y 4.2 del DB-HE 1.

#### 5.2.2 Control de Recepción en Obra de Productos

En cumplimiento del punto 4.3 del DB-HE 1, en obra debe comprobarse que los productos recibidos:

- a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto.
- b) disponen de la documentación exigida.
- c) están caracterizados por las propiedades exigidas.
- d) han sido ensayados cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de la obra.

En control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

#### 5.2.3 Construcción y Ejecución

Deberá ejecutarse con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE.

#### 5.2.4 Control de la Ejecución de la Obra

El control de la ejecución se realizará conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por el director de la obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra.



#### 5.2.5 Control de la Obra Terminada

Se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.

## 6 **CAPÍTULO V: NORMATIVA OFICIAL**

### 6.1 **Epígrafe Único: Normativa de Obligado Cumplimiento**

De acuerdo con lo dispuesto en el art. 1º del Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en la redacción del presente proyecto de Edificación se han observado las siguientes Normas vigentes aplicables sobre construcción.

### 6.2 **Normativa Técnica Aplicable**

#### 6.2.1 Aislamiento

NORMA BÁSICA NBE-CT-79 SOBRE CONDICIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS.

- REAL DECRETO 2429/1979. de 6-JUL, de la Presidencia del Gobierno
- B.O.E.: 22-OCT-79

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA AISLAMIENTO TÉRMICO Y SU HOMOLOGACIÓN.

- REAL DECRETO 2709/1985, de 27-DIC, del Ministerio de Industria y Energía

- B.O.E.: 15-MAR-86

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTOS DE FIBRA DE VIDRIO PARA AISLAMIENTO TÉRMICO Y SU HOMOLOGACIÓN.

- REAL DECRETO 1637/1986, de 13-JUN, del Ministerio de Industria y Energía

- B.O.E.: 5-AGO-86

- Corrección errores: 27-OCT-86

#### 6.2.2 Calefacción y Agua Caliente Sanitaria

REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS.

- REAL DECRETO 1751/1998, de 31-JUL, de la Presidencia del Gobierno
- B.O.E.: 5-AGO-98

INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS IT.IC.

- REAL DECRETO 1751/1998, de 31-JUL, de la Presidencia del Gobierno
- B.O.E.: 5-AGO-98

NORMAS TÉCNICAS DE RADIADORES CONVECTORES DE CALEFACCIÓN POR FLUIDOS Y SU HOMOLOGACIÓN.

- REAL DECRETO 3089/1982, de 15-OCT, del Ministerio de Industria y Energía



- B.O.E.: 22-NOV-82

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CHIMENEAS MODULARES METÁLICAS Y SU HOMOLOGACIÓN.

- REAL DECRETO 2532/1985, de 18-DIC, del Ministerio de Industria y Energía

- B.O.E.: 3-ENE-86

- Corrección errores: 27-FEB-86

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS Y BOMBAS DE CALOR Y SU HOMOLOGACIÓN

- REAL DECRETO 2643/1985, de 18-DIC, del Ministerio de Industria y Energía

- B.O.E.: 24-ENE-86

- Corrección errores: 14-FEB-86

MODIFICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ANTERIORES (EQUIPO FRIGORÍFICOS).

- REAL DECRETO 673/1987, del Ministerio de Industria y Energía

- B.O.E.: 28-MAY-87

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COLECTORES SOLARES Y SU HOMOLOGACIÓN.

- REAL DECRETO 891/1980, de 14-ABR, del Ministerio de Industria y Energía

- B.O.E.: 12-MAY-80

MODIFICACIÓN DEL R.D.1428/1992 DE APLICACIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS 92/42/CEE, SOBRE APARATOS DE GAS.

- REAL DECRETO 276/1995, de 24-FEB, del Ministerio de Industria y Energía

- B.O.E.: 27-MAR-95

APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA DEL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS 90/396/CEE, SOBRE RENDIMIENTO PARA LAS CALDERAS NUEVAS DE AGUA CALIENTE ALIMENTADAS POR COMBUSTIBLES LÍQUIDOS O GASEOSOS.

- REAL DECRETO 275/1995, de 24-FEB, del Ministerio de Industria y Energía

- B.O.E.: 27-MAR-95

- Corrección erratas: 26-MAY-95

APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA DEL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS 92/42/CEE, SOBRE APARATOS DE GAS.



- REAL DECRETO 1428/1992, de 27-NOV, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

- B.O.E.: 5-DIC-92

#### 6.2.3 Condiciones de Habitabilidad

##### CONDICIONES MÍNIMAS DE HABITABILIDAD EN VIVIENDAS.

- ORDEN de 2-JUL-98 de la Consejería de Obras Públicas, Transportes, Urbanismo y Vivienda. Comunidad Autónoma de La Rioja.

- B.O.L.R.: 4-JUL-98

##### PROCEDIMIENTO DE TRAMITACIÓN Y OTORGAMIENTO DE LA CEDULA DE HABITABILIDAD..

- ORDEN de 2-JUL-98 de la Consejería de Obras Públicas, Transportes, Urbanismo y Vivienda. Comunidad Autónoma de La Rioja.

- B.O.L.R.: 4-JUL-98

#### 6.2.4 Control de Calidad

##### CONTROL DE CALIDAD EN LA EDIFICACIÓN.

- Decreto 14/ 1993, de 11-MAR-93, de la Consejería de Obras Públicas y Urbanismo. Comunidad Autónoma de La Rioja.

- B.O.L.R.: 27-MAR-93.

#### 6.2.5 Proyectos

##### NORMAS SOBRE REDACCIÓN DE PROYECTOS Y DIRECCIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN.

- DECRETO 462/71 de 11-MAR-71, del Ministerio de Vivienda.

- B.O.E. 24-MAR-71

##### PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA.

- ORDEN de 04-JUN-73, 13 a 16, 18, 23, 25 y 26 de Junio 1973, del Ministerio de Vivienda.

#### 6.2.6 Seguridad e Higiene en el Trabajo

##### DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

- REAL DECRETO 485/1997, de 14-ABR.-97 del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 23-ABR-97

##### DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

- REAL DECRETO 486/1997, de 14-ABR.-97 del Ministerio de Trabajo



- B.O.E.: 23-ABR-77

REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

-ORDEN de 20-MAY-52, del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 15-JUN-52

MODIFICACIÓN DEL REGLAMENTO ANTERIOR.

-ORDEN de 10-DIC-53, del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 22-DIC-53

CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO ANTERIOR.

-ORDEN de 23-SEP-66, del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 1-OCT-66

ORDENANZA DEL TRABAJO PARA LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, VIDRIO Y CERÁMICA (CAP. XVI).

-ORDEN de 28-AGO-70, del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 5 a 9-SEP-70

-Corrección errores:17-OCT-70

INTERPRETACIÓN DE VARIOS ARTÍCULOS DE LA ORDENANZA ANTERIOR.

-ORDEN de 21-NOV-70, del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 28-NOV-70

INTERPRETACIÓN DE VARIOS ARTÍCULOS DE LA ORDENANZA ANTERIOR.

-RESOLUCIÓN de 24-NOV-70, de la Dirección General del Trabajo

- B.O.E.: 5-DIC-70

ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

-ORDEN de 9-MAR-71. del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 16 y 17-MAR-71

-Corrección errores: 6-ABR-71

ANDAMIOS. CAPITULO VII DEL REGLAMENTO GENERAL SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE DE 1940.

-ORDEN de 31-ENE-40, del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 3-FEB-40





MODELO DE LIBRO DE INCIDENCIAS CORRESPONDIENTE A LAS OBRAS EN QUE SEA OBLIGATORIO EL ESTUDIO SEGURIDAD E HIGIENE.

-ORDEN de 20-SEP-86, del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 13-OCT-86

-Corrección errores: 31-OCT-86

SEGURIDAD MINERA. MODIFICACIÓN DE LA NORMA BÁSICA DE SEGURIDAD MINERA.

-REAL DECRETO 150/1996 y Orden de 23 de Febrero de 1990 que modifica el R.D. 863/1985.

B.O.E.: 08-MAR-96

DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS AL TRABAJO CON EQUIPOS QUE INCLUYAN PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN.

-REAL DECRETO 488/1997, de 14-ABR.-97 del Ministerio de Trabajo

- B.O.E.: 23-ABR-97

REGLAMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA CALIDAD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.

-REAL DECRETO 411/1997, de 21-MAR.-97 del Ministerio de Trabajo. Modifica el R.D. 2200/1995 de 28-DIC-95

- B.O.E.: 26-ABR-97

DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

-REAL DECRETO 1627/1997, de 24-OCT-97 del Ministerio de la Presidencia.

- B.O.E.: 25-OCT-97





Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza



UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

# Mediciones Y Presupuesto

***Grado en Ingeniería Mecánica***

Autor:

**Gonzalo Ocón López**





## Índice Mediciones Y Presupuesto

1	MEDICIONES.....	5
1.1	Suelo Radiante .....	5
1.2	Sistema de Aerotermia.....	6
1.3	Instalación Solar .....	6
2	PRESUPUESTO .....	7
2.1	Cuadro de precios 1.....	7
2.2	Cuadro de precios 2.....	10
2.3	Cuadro de precios 3.....	11
2.4	Resumen de presupuesto general .....	15





## 1 MEDICIONES

### 1.1 Suelo Radiante

1.1.1 Estructura, Colectores y Accesorios		
1.1.1.1	Panel aislante ALB ACUTEC fabricado en EPS + grafito elastificado, autoextinguible (Euroclase E), de 25mm de espesor, resistencia térmica 0,80 m <sup>2</sup> K/W, cubierto con lámina superficial de aluminio 0,25mm difusora de calor. Provisto de solapas.	204 m <sup>2</sup>
1.1.1.2	Tubo multicapa ALB 16x2 mm SUPERFLEX, conforme a UNE-EN ISO 21003; composición: capa interna PE-RT I/AI/PE-RT I. Presentación en rollos de 500m.	2.000 m
1.1.1.3	Zócalo perimetral en polietileno expandido de celda cerrada, de 8mm de espesor y 150mm de alto; provisto de una cara autoadhesiva y de una película de polietileno PE-BD termosoldada de 250mm de anchura.	250 m
1.1.1.4	Aditivo para mortero suelo radiante, superplastificante, reductor de agua, potenciador de la resistencia, conforme a UNE-EN934-2. Bidones 10l.	40 litros
1.1.1.5	Grapa de 20mm para fijación de tubo a panel liso.	4.000 un
1.1.1.6	Lámina de barrera al vapor de polietileno (PE-BD) de elevada resistencia; espesor 300 m, anchura 3m (desplegada), longitud 33,33m. Formato rollo 100m, doblada con un pliegue.	100 m <sup>2</sup>
1.1.1.7	Junta de dilatación autoadhesiva DFP120 completa fabricada en base a espuma de PE, base rígida para fijación a forjado o panel liso, y estructura rígida tipo "sandwich" autoportante.	14,4 m
1.1.1.8	Colector premontado de plástico en caja ALB 1", con caudalímetros 8 vías. Incluye: derivacione eurocono 1/2" con bicono multicapa 16x2mm, racor intermedio con termómetro y purgador manual en colector de retorno, termómetro y llave de vaciado en colector de ida. Llaves de corte 1".	1 un
1.1.1.9	Colector premontado de plástico en caja ALB 1", con caudalímetros 10 vías. Incluye: derivaciones eurocono 1/2" con bicono multicapa 16x2mm, racor intermedio con termómetro y purgador manual en colector de retorno, termómetro y llave de vaciado en colector de ida. Llaves de corte 1".	2 un
1.1.2 Regulación y Domótica		
1.1.2.1	Termostato digital ALB cableado apto para calefacción y refrescamiento.	3 un
1.1.2.2	Válvula de zona 2 vías motorizada.	3 un
1.1.2.3	Prolongador anticondensación para servomotor.	3 un



## 1.2 Sistema de Aerotermia

1.2.1	Sistema de aerotermia Yutaki S80 6 de Hitachi de 16kW de potencia nominal.	1 un
1.2.2	Válvula de mezcla 3 vías con servomotor en sala técnica.	3 un
1.2.3	Tubo multicapa ALB PE-RT de 32mm de diámetro con aislamiento térmico.	75 m
1.2.4	Material adicional para enganche entre sistema de aerotermia y colectores del suelo radiante.	1 un

## 1.3 Instalación Solar

1.3.1	Placa fotovoltaica de 60 Wp con 12 celdas Mono PERC que incluyen: 1 interfaz Techtile Smart, 5 Techtile Smart y 1 clip.	95 un
1.3.2	Inversor solar 3500 W monofásico inyección a red de vertido cero.	1 un
1.3.3	Interrupor automático magnetotérmico.	1 un
1.3.4	Conectores MC4 multicontact.	5 un
1.3.5	Conector flexible cuádruple MC4 multicontact 4 a 1.	1 un
1.3.6	Conjunto cables de 6 mm con terminal de MC4 rojo y negro.	40 m





## 2 PRESUPUESTO

### 2.1 Cuadro de precios 1

Nº	Designación	Importe total (€)(número y letra)
	<b>1 SUELO RADIANTE</b>	
	<b>1.1 Estructura, Colectores y Accesorios</b>	
1.1.1	Panel aislante ALB ACUTEC fabricado en EPS + grafito elastificado, autoextinguible (Euroclase E), de 25mm de espesor, resistencia térmica 0,80 m <sup>2</sup> K/W, cubierto con lámina superficial de aluminio 0,25mm difusora de calor. Provisto de solapas.	18,500 DIECIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS
1.1.2	Tubo multicapa ALB 16x2 mm SUPERFLEX, conforme a UNE-EN ISO 21003; composición: capa interna PE-RT I/AI/PE-RT I. Presentación en rollos de 500m.	1,428 UN EURO con CUATROCIENTOS VEINTIOCHO CÉNTIMOS
1.1.3	Zócalo perimetral en polietileno expandido de celda cerrada, de 8mm de espesor y 150mm de alto; provisto de una cara autoadhesiva y de una película de polietileno PE-BD termosoldada de 250mm de anchura.	2,632 DOS EUROS con SEICIENTOS TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
1.1.4	Aditivo para mortero suelo radiante, superplastificante, reductor de agua, potenciador de la resistencia, conforme a UNE-EN934-2. Bidones 10l.	4,383 CUATRO EUROS con TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.1.5	Grapa de 20mm para fijación de tubo a panel liso.	0,09 NUEVE CÉNTIMOS
1.1.6	Lámina de barrera al vapor de polietileno (PE-BD) de elevada resistencia; espesor 300 m, anchura 3m (desplegada), longitud 33,33m. Formato rollo 100m, doblada con un pliegue.	3,236 TRES EUROS con DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.1.7	Junta de dilatación autoadhesiva DFP120 completa fabricada en base a espuma de PE, base rígida para fijación a forjado o panel liso, y estructura rígida tipo "sandwich" autoportante.	19,90 DIECINUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS
1.1.8	Colector premontado de plástico en caja ALB 1", con caudalímetros 8 vías. Incluye: derivaciones eurocono 1/2" con bicono multicapa 16x2mm, racor intermedio con termómetro y purgador manual en colector de retorno, termómetro y llave de vaciado en colector de ida. Llaves de corte 1".	574,562 QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con QUINIENTOS SESENTA Y DOS CÉNTIMOS



1.1.9	Colector premontado de plástico en caja ALB 1", con caudalímetros 10 vías. Incluye: derivaciones eurocono 1/2" con bicono multicapa 16x2mm, racor intermedio con termómetro y purgador manual en colector de retorno, termómetro y llave de vaciado en colector de ida. Llaves de corte 1".	682,926 SEISCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con NOVECIENTOS VEINTISEIS CÉNTIMOS
	<b>1.2 Regulación y Domótica</b>	
1.2.1	Termostato digital ALB cableado apto para calefacción y refrescamiento.	62,459 SEESNTA Y DOS EUROS con CUATROCIENTOS CINQUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.2.2	Válvula de zona 2 vías motorizada.	258,448 DOSCIENTOS CINQUENTA Y OCHO EUROS con CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.2.3	Prolongador anticondensación para servomotor.	24,897 VEINTICUATRO EUROS con OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	<b>2 SISTEMA DE AEROTERMIA</b>	
2.1	Sistema de aerotermia Yutaki S80 6 de Hitachi de 16kW de potencia nominal.	7000 SIETE MIL EUROS
2.2	Válvula de mezcla 3 vías con servomotor en sala técnica.	288,927 DOSCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con NOVECIENTOS VEINTISIETE CÉNTIMOS
2.3	Tubo multicapa ALB PE-RT de 32mm de diámetro con aislamiento térmico.	10,032 DIEZ EUROS con TRES CÉNTIMOS
2.4	Material adicional para enganche entre sistema de aerotermia y colectores del suelo radiante.	400 CUATROCIENTOS EUROS
	<b>3 INSTALACIÓN SOLAR</b>	
3.1	Placa fotovoltaica de 60 Wp con 12 celdas Mono PERC que incluyen: 1 interfaz Techtile Smart, 5 Techtile Smart y 1 clip.	96 NOVENTA Y SEIS EUROS



Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

3.2	Inversor solar 3500 W monofásico inyección a red de vertido cero.	765 SETECIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS
3.3	Interruptor automático magnetotérmico.	15,95 QUINCE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.4	Conectores MC4 multicontact.	2 EUROS
3.5	Conector flexible cuádruple MC4 multicontact 4 a 1.	25 VEINTICINCO EUROS
3.6	Conjunto cables de 6 mm con terminal de MC4 rojo y negro.	5 CINCO EUROS



## 2.2 Cuadro de precios 2

Se ha decidido realizar el cuadro de precios 2 de manera simplificada y partiendo de la base de las tarifas de cada especialista impuestas por el programa Cype.

Durante la realización de la reforma, serán necesarios dos fontaneros que trabajen durante tres días (8 horas diarias) en la colocación del sistema de suelo radiante, además deberán trabajar un día más para colocar el sistema de aerotermia. También serán necesarios dos electricistas que trabajen durante cinco días en la instalación del sistema de apoyo solar.

Por lo tanto, el presupuesto de la mano de obra es el siguiente:

Mano de Obra				
Ud	Denominación	Cantidad	Precio ud (€)	Total (€)
h	Fontanero	64	20,91	1338,24
h	Electricista	80	20,91	1672,8
Total Mano de Obra				3011,04



## 2.3 Cuadro de precios 3

### Capítulo 1. Suelo Radiante

Num	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
<b>1.1 Estructura, Colectores y Accesorios</b>						
1.1.1	18735	m <sup>2</sup>	Panel aislante ALB ACUTEC fabricado en EPS + grafito elastificado, autoextinguible (Euroclase E), de 25mm de espesor, resistencia térmica 0,80 m <sup>2</sup> K/W, cubierto con lámina superficial de aluminio 0,25mm difusora de calor. Provisto de solapas.	204	18,500	3.774,00
1.1.2	18062	m	Tubo multicapa ALB 16x2 mm SUPERFLEX, conforme a UNE-EN ISO 21003; composición: capa interna PE-RT I/Al/PE-RT I. Presentación en rollos de 500m.	2.000	1,428	2.856,00
1.1.3	18690	m	Zócalo perimetral en polietileno expandido de celda cerrada, de 8mm de espesor y 150mm de alto; provisto de una cara autoadhesiva y de una película de polietileno PE-BD termosoldada de 250mm de anchura.	250	2,632	658,00
1.1.4	18670	l	Aditivo para mortero suelo radiante, superplastificante, reductor de agua, potenciador de la resistencia, conforme a UNE-EN934-2. Bidones 10l.	40	4,383	175,32
1.1.5	18687	un	Grapa de 20 mm para fijación de tubo a panel liso	4.000	0,09	388,00



Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

1.1.6	18695	m <sup>2</sup>	Lámina de barrera al vapor de polietileno (PE-BD) de elevada resistencia; espesor 300 m, anchura 3m (desplegada), longitud 33,33m. Formato rollo 100m, doblada con un pliegue.	100	3,236	323,60
1.1.7	18650	m	Junta de dilatación autoadhesiva DFP120 completa fabricada en base a espuma de PE, base rígida para fijación a forjado o panel liso, y estructura rígida tipo "sandwich" autoportante.	14,4	19,901	286,57
1.1.8	320008-E16PL	un	Colector premontado de plástico en caja ALB 1", con caudalímetros 8 vías. Incluye: derivacione eurocono 1/2" con bicono multicapa 16x2mm, racor intermedio con termómetro y purgador manual en colector de retorno, termómetro y llave de vaciado en colector de ida. Llaves de corte 1".	1	574,562	574,56
1.1.9	320010-E16PL	un	Colector premontado de plástico en caja ALB 1", con caudalímetros 10 vías. Incluye: derivaciones eurocono 1/2" con bicono multicapa 16x2mm, racor intermedio con termómetro y purgador manual en colector de retorno, termómetro y llave de vaciado en colector de ida. Llaves de corte 1".	2	682,926	1.365,85

---

## 1.2Regulación y Domótica



1.2.1	23440	un	Termostato digital ALB cableado apto para calefacción y refrescamiento.	3	62,459	187,38
1.2.2	19648P	un	Válvulo de zona 2 vías motorizada.	3	258,448	775,34
1.2.3	3009-40	un	Prolongador anticondensación para servomotor.	3	24,897	74,69

## Capítulo 2. Sistema de Aerotermia

Num	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
2.1	YUTAKI S80	un	Sistema de aerotermia Yutaki S80 6 de Hitachi de 16kW de potencia nominal.	1	7.000	7.000,00
2.2	19956P	un	Válvula de mezcla 3 vías con servomotor en sala técnica.	3	288,927	866,781
2.3	18155	m	Tubo multicapa ALB PE-RT de 32mm de diámetro con aislamiento térmico.	75	10,032	752,4
2.4	MAD	un	Material adicional para enganche entre sistema de aerotermia y colectores del suelo radiante.	1	400	400



### Capítulo 3. Instalación Solar

Num	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
3.1	SMART 12	un	Placa fotovoltaica de 60 Wp con 12 celdas Mono PERC que incluyen: 1 interfaz Techtile Smart, 5 Techtile Smart y 1 clip.	95	96,00	9120,00
3.2	40023	un	Inversor solar 3500 W monofásico inyección a red de vertido cero.	1	765,00	765,00
3.3	IAM 80	un	Interruptor automático magnetotérmico.	1	15,95	15,95
3.4	MC4	un	Conectores multicontact. MC4	5	2,00	10,00
3.5	60081	un	Conector flexible cuádruple MC4 multicontact 4 a 1.	1	25,00	25,00
3.6	CRN6	m	Conjunto cables de 6 mm con terminal de MC4 rojo y negro.	40	5,00	200,00





## 2.4 Resumen de presupuesto general

Capítulo:	Importe (€)
1. Suelo Radiante	11.439,31
2. Sistema de Aerotermia	9.019,181
3. Instalación Solar	10.135,95
4. Mano de Obra	3.011,04
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>33.605,48</b>
13% gastos generales	4.368,71
6% beneficio industrial	2.016,33
<b>Suma</b>	<b>39.990,52</b>
21% IVA	8.398,01
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>48.388,53</b>

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de CUARENTA Y CUATRO MIL CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

### Honorarios de Ingeniero Industrial

Proyecto	8,00% sobre PEM	2.688,44
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto	564,57
<b>Total honorarios de Proyecto</b>		<b>3.253,01</b>
Dirección de obra	10,00% sobre PEM	3.360,55
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra	705,72
<b>Total honorarios de Dirección de obra</b>		<b>4.066,27</b>
<b>Total honorarios de Ingeniero Industrial</b>		<b>7.319,28</b>
<b>Total presupuesto general</b>		<b>55.707,81</b>



Estudio de viabilidad e instalación de tejas solares en una vivienda unifamiliar en Murillo de Río Leza

El presupuesto general asciende a CINCUENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS SIETE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS.

**Logroño, 7 de septiembre de 2020**

**Gonzalo Ocón López**  
**Graduado en Ingeniería Mecánica**